PAVCO

Manual Técnico

Tubosistemas para alcantarillado

NOVAFORT
NOVALOC

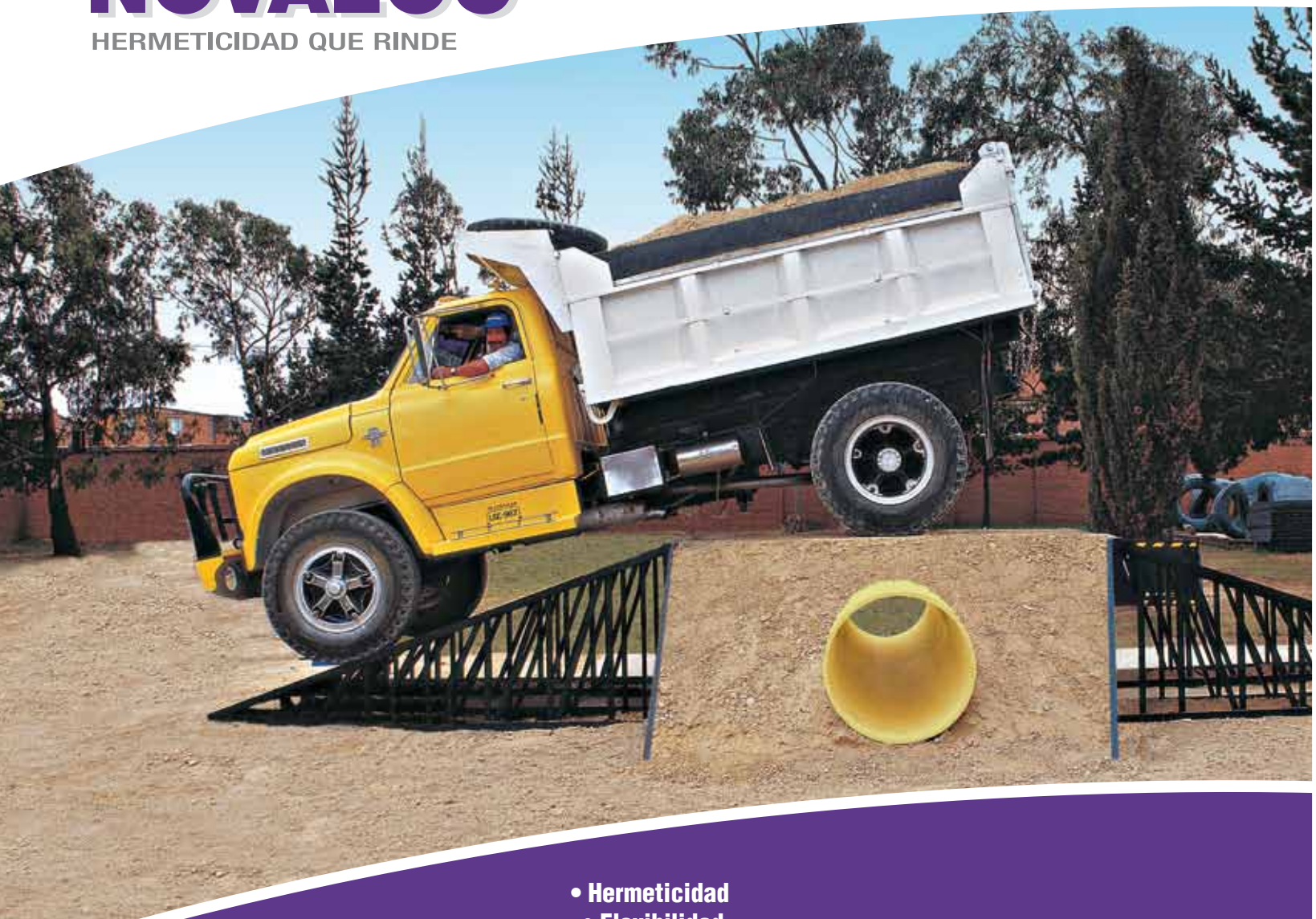
Mexichem
SOLUCIONES INTEGRALES

PAVCO

ALCANTARILLADO

NOVALOC

HERMETICIDAD QUE RINDE



- Hermeticidad
- Flexibilidad
- Resistencia a la corrosión y la abrasión
- Óptimo comportamiento hidráulico
- Resistencia al impacto
- Facilidad de instalación y mantenimiento

Mexichem
SOLUCIONES INTEGRALES

PAVCO
Le responde

Tubosistemas para Alcantarillado

NOVAFORT y NOVALOC PAVCO

Indice General

Presentación 3
Tecnología NOVAFORT 3
Tecnología NOVALOC 4

Portafolio de Productos NOVAFORT Tuberías..... 4
Accesorios NOVAFORT 5

Accesorios NOVALOC 7
Portafolio de Productos NOVALOC Tuberías..... 7

Características de los Tubosistemas NOVAFORT y NOVALOC PAVCO

1. Hermeticidad 9
2. Flexibilidad 9
3. Resistencia a la Corrosión y la Abrasión 10
4. Óptimo Comportamiento Hidráulico 13

Cálculo de la Capacidad Hidráulica de las Tuberías NOVAFORT - NOVALOC y las Tuberías de Concreto 14
Resumen Comparación capacidad Hidráulica Tuberías PVC VS CONCRETO 20
Cuadro Gráfico de Elementos Hidráulicos de Sección Circular 21

5. Resistencia al Impacto 21
6. Facilidad de Instalación y Mantenimiento 21

Como Definir el Producto 23

Criterios de Diseño Tubosistemas NOVAFORT y NOVALOC PAVCO

1. Deflexiones 24
2. Clasificación de los Suelos 27
3. Grado de Compactación 28

Guía de Instalación Tubosistemas NOVAFORT y NOVALOC PAVCO

Recepción, Transporte, Almacenamiento y Manipulación

1. Recepción en Obra 29
2. Transporte 29
3. Almacenamiento 29
4. Manipulación y Descargue 30

Instalación

1. Preparación de la Zanja 31
2. Excavación 31
3. Encamado 32
4. Cimentación 33
5. Relleno Inicial 33
6. Relleno Final 33
7. Ensamble de la Campana y/o Unión 33
8. Conexiones Domiciliarias 34

Instalación de Sillas para NOVAFORT 35
Instalación de Sillas Tee y Yee Kit para NOVAFORT 35
Instalación del Click Inserta Tee 36

9. Corte, Sellamiento y Reparación en Obra 37
10. Conexiones a Cámaras de Inspección 37
11. Notas Importantes sobre Instalación 39
12. Inspecciones y Pruebas en Campo 41

Rotulado 44

PAVCO

Presentación

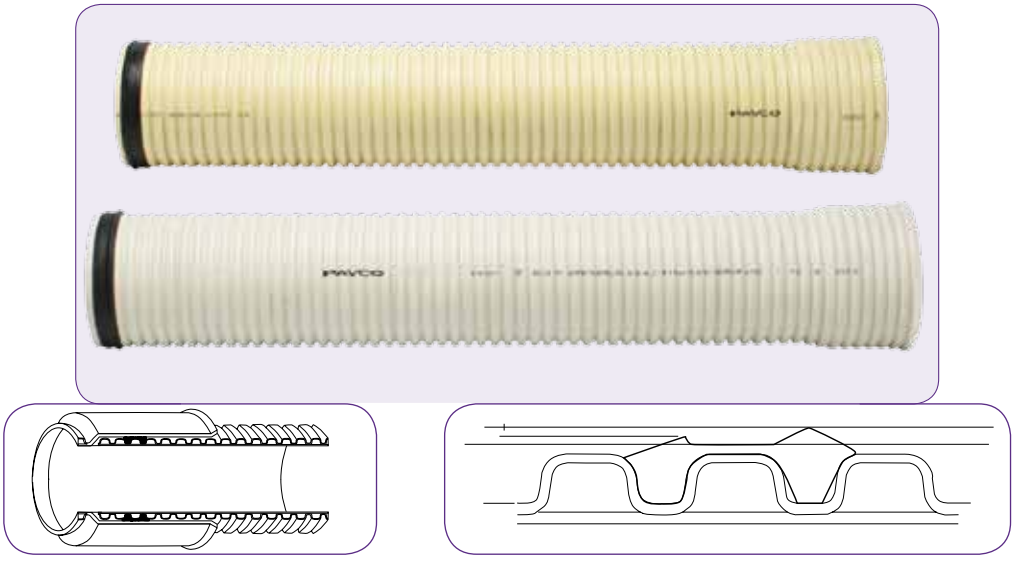
Aplicar la tecnología en el desarrollo de productos que mejoren la calidad de vida del hombre sin afectar el medio ambiente, es la filosofía propuesta por PAVCO con la creación de NOVAFORT y NOVALOC PAVCO; una eficiente y práctica solución para alcantarillados sanitarios, pluviales e industriales acorde con su compromiso con la calidad de producto, servicio y satisfacción del cliente y sus necesidades.

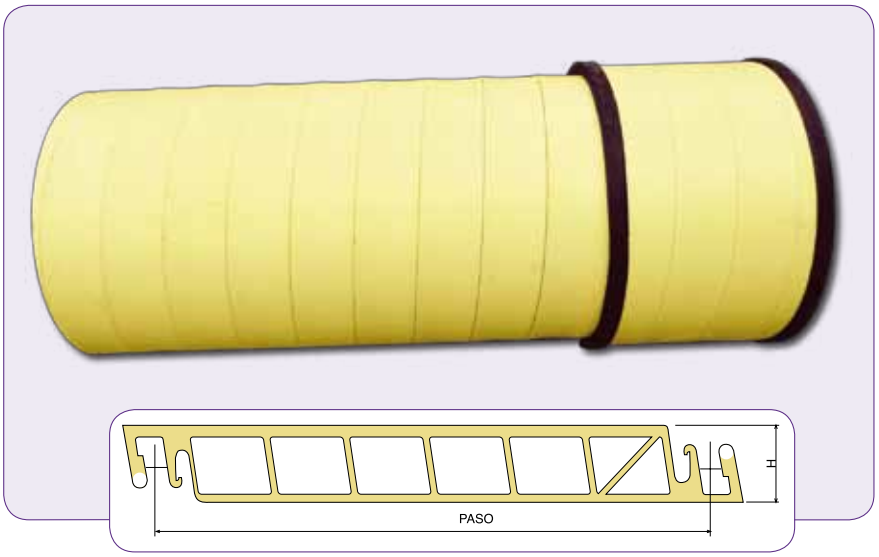
NOVAFORT y NOVALOC PAVCO son productos de las más novedosas tecnologías tanto de producción como de ingeniería de producto, conjugadas con los mejores materiales. Millones de metros instalados exitosamente alrededor del mundo, son la prueba de su efectividad y funcionalidad al convertirse en parte integral de las redes de infraestructura.

Los Tubosistemas para alcantarillado PAVCO NOVAFORT y NOVALOC son Tuberías de pared estructural de PVC con superficie interior lisa.

Tecnología
NOVAFORT

NOVAFORT PAVCO es una Tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada. Sistema de unión mecánico, campana espigo con hidrosello de caucho.
Fabricada bajo la Normas Técnicas Colombianas, NTC 3722-1, Tubos y Accesorios de Pared Estructural para Sistemas de Drenaje Subterráneo y Alcantarillado. Especificaciones para PVC Rígido. Parte 1: Serie Métrica y NTC 3721, Tubos y Accesorios de Pared Estructural para sistemas de Drenaje Subterráneo y Alcantarillado. Métodos de Ensayo.
Tienen como antecedente la Norma ISO CD 9971-1 y 9971-2.
Para diámetros de 24” a 36” bajo la norma NTC 5055, tubos y accesorios de Poli (cloruro de vinilo) PVC perfilados para uso en alcantarillado por gravedad, controlados por el diámetro interno, antecedente ASTMF794.





NOTA: Todos los hidrosellos de las Tuberías NOVAFORT y NOVALOC están fabricados bajo la especificación: 1/3 de SBR (Stireno Butadieno Rubber) + 2/3 de Caucho Natural.
Cumplen Resolución 1166

Tecnología NOVALOC

NOVALOC PAVCO es una Tubería de pared estructural con superficie interior y exterior lisa, construída a partir de un perfil extruído, que es acoplado helicoidalmente por un sistema de enganche mecánico.
Sistema de unión mecánico, tubos con extremos lisos y uniones fabricadas del mismo material con hidrosellos instalados en fábrica.
Fabricada bajo la Norma NTC 5070, Tubería y Accesorios de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC) Fabricados con Perfil Cerrado para uso en Alcantarillado, Controlados por el Diámetro Interior.
Tiene como antecedente la Norma ASTMF 2307.

Portafolio de Productos NOVAFORT

Tuberías

NORMA NTC 3722-1 S8

Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Agua *	Rigidez Mínima		Longitud Total	Campana		Peso
					Tubería PS	Anular RS		Longitud	Diametro Exterior	
	mm	mm	mm	mm	psi	kN/m²	m	mm		Kg/m
2900090	110	110	99	1	57	8	6	90	128	0.96
2900092	160	160	145	1.2	57	8	6	101	183	1.84
2900094	200	200	182	1.4	57	8	6	121	230	2.66
2900081	250	250	227	1.7	57	8	6	151	289	3.87
2900083	315	315	284	1.9	57	8	6	201	366	5.69
2902493	355	355	327	2.1	57	8	6	187	402	6.91
2900085	400	400	362	2.3	57	8	6	242	462	8.82
2900087	450	450	407	2.5	57	8	6	272	519	11.82
2900089	500	500	452	2.8	57	8	6	302	578	14.27

NORMA NTC 3722-1 S4

	mm	mm	mm	mm	psi	kN/m²	m	mm		Kg/m
2902480	200	200	185	1.4	28	4	6	117	227	2.39
2902481	250	250	231	1.7	28	4	6	134	283	3.53
2902482	315	315	291	1.9	28	4	6	187	358	5.19
2902494	355	355	328	2.1	28	4	6	187	401	5.59
2902479	400	400	370	2.3	28	4	6	234	454	7.62

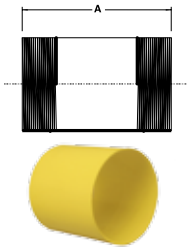
NORMA NTC 5055 ASTM F 794 GRANDES DIÁMETROS

	pulg.	mm	mm	mm	psi	kN/m²	mm	mm		Kg/m
2900510	24	660	595	1.78	28	4	6.5	350	764	16,74
2900511	27	730	670	1.78	28	4	6.5	394	833	19,98
2900512	30	813	747	2.16	28	4	6.5	450	927	24,95
2904604	33	898	824	2.41	28	4	6.5	525	1027	33.25
2904605	36	980	900	2.67	28	4	6.5	525	1115	36.72

* Espesor de Pared interno

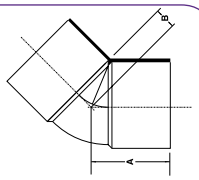
NOVAFORT Accesorios

Uniones
CAMPANA X CAMPANA



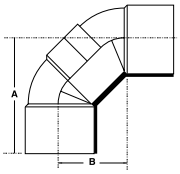
Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A(mm)
2901576	110	165.23
2901577	160	250.00
2901578	200	213.00
2902914	250	325.00
2902917	315	360.00
2902490	355	
2902921	400	410.00
2902924	450	430.00
2902926	500	460.00
2900516	24”	704.00
2900517	27”	792.00
2900518	30”	905.00
NUEVO	33”	
NUEVO	36”	

Codos 45º
CAMPANA X CAMPANA



Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2901045	110	101.90	23.93
2901046	160	147.93	35.66

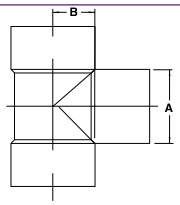
Codos 90º
CAMPANA X CAMPANA



Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2901051	110	212.00	130.00
2901052	160	295.00	185.00

Tee y Tee Reducida
CAMPANA X CAMPANA X CAMPANA

Tee
Tee Reducida

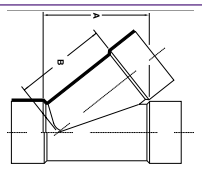


Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2901445	160X160	169.00	84.50
2901526	200X200X160	254.00	122.50

Transiciones Conector Novafort Concreto - Gres	Referencia	Diámetro
	2902606	200 x 8”
	2903070	160 x 6”
Adaptador Novafort Sanitaria	2902965	110 x 4”Sanitaria
	2902604	160 x 6”Sanitaria
	2902605	200 x 6”Sanitaria
		200 x 8”Sanitaria
		250 x 6”Sanitaria

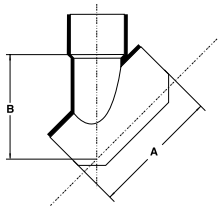
Yee y Yee Reducida
CAMPANA X CAMPANA X CAMPANA

Yee
Yee Reducida



Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2901709	160X160X160	230.00	218.87
2901737	200X200X160	325.00	245.05

Sillas Yee



Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2901309	160 x 110	171.40	190.25
2901311	200 x 110	320.00	218.82
2901313	200 x 160	398.45	246.80
2901315	250 x 110	320.00	218.82
2901317	250 x 160	390.45	246.80
2902777	315 x 110	320.00	218.82
2902779	315 x 160	398.45	246.80
2902978	315 x 200	450.00	340.00
2902983	355 x 110	310.00	300.00
2902982	355 x 160	395.00	360.00
2902979	355 x 200	450.00	370.00
2902781	400 x 110	320.00	218.82
2902783	400 x 160	398.45	246.80
2902785	400 x 200	360.00	215.00
2902776	400 x 250		
2902787	450 x 160	420.00	427.75
2902980	450 x 200	450.00	390.00
2902788	500 x 110	420.00	435.10
2902789	500 x 160	420.00	463.10
2902990	500 x 200	450.00	420.00
2903112	24 x 160		
2902977	24 x 200	450.00	500.00
2903107	27 x 160		
2902987	27 x 200		
2903059	27 x 250		

Silla Yee Kit

EL KIT CONSTA DE:

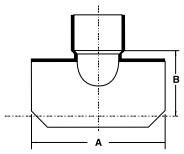
- Silla Yee
- 2 Abrazaderas
- 1 Caucho

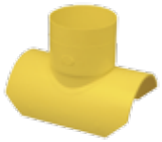
Referencia	mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
	S8		
2901269	160 x 110	171.40	190.25
2901270	200 x 110	320.00	218.82
2901271	200 x 160	398.45	246.80
2901272	250 x 110	320.00	218.82
2901273	250 x 160	398.45	246.80
2902733	315 x 110	320.00	218.82
2902734	315 x 160	398.45	246.80
	S4		
2901794	200 x 160	398.45	246.80
2901785	250 x 160	398.45	246.80
2903063	315 x 160	398.45	246.80

Serrucho de Punta

Referencia
2903288

Sillas Tee





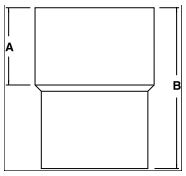
Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2901295	160 x 110	240.00	180.00
2903085	160 x 160	280.00	110.00
2901297	200 x110	280.00	200.00
2901299	200 x 160	340,00	225.00
2901301	250 x 110	280.00	200.00
2901303	250 x 160	340.00	225.00
2903093	250 x 200		
2902766	315 x 110	280.00	200.00
2902768	315 x 160	340.00	225.00
2903094	315 x 200		
2903095	315 x 250		
2902984	355 x 110	310.00	212.50
2902981	355 x 160		
2903111	355 x 200		
2902770	400 x 110	280.00	200.00
2902772	400 x 160	340.00	225.00
2903096	400 x 200	360.00	220.00
2903097	400 x 250		
2902774	450 x 160	420.00	253.00
2902775	500 x 160	420.00	278.00
2902985	24 x 160	355.00	372.50
2902986	24 x 200	385.00	327.50

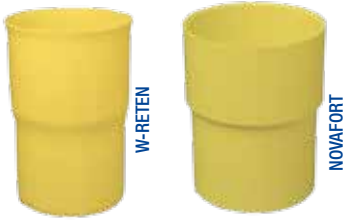
Silla Tee Kit S8

EL KIT CONSTA DE:
- **Silla Tee**
- **2 Abrazaderas**
- **1 Caucho**

Referencia	Diámetro Nominal mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2901264	160 x 110	240.00	180.00
2901265	200 x 110	280.00	200.00
2901266	200 x 160	340.00	225.00
2901267	250 x 110	280.00	200.00
2901268	250 x 160	340.00	225.00
2902731	315 x 110	280.00	200.00
2902732	315 x 160	340.00	225.00

Adaptadores
ESPIGO X CAMPANA





Referencia	Diámetro Nominal pulg x mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2900669	4 x 110	91.00	174.00
2900670	6 x 160	98.00	222.00
2900671	8 x 200	100.00	253.00

Pistola Aplicadora

Referencia	Características de la Pistola
2903245	1. Excelente disponibilidad 2. Bajo precio 3. Fácil de usar 4. Resistente y durable

Adhesivo Novafort

Referencia	Diámetro Nominal mm	Número de Uniones por 310 ml.
2903158	200	3
	250	2
	315	1.2
	400	0.8
	450	0.5
	500-27"	0.5

Acondicionador de Superficie Novafort

Referencia	Diámetro Nominal mm	Rendimiento Sillas / Tarro
2903133	200	21 Sillas
	250	18 Sillas
	315	15 Sillas
	400	12 Sillas
	450	8 Sillas
	500-27"	5 Sillas

Accesorios Novafort Fabricados

NOTA: Accesorios para estructuras especiales (cámaras de caida, sifones, etc) tales como codos, tees o yees mayores de 160mm, se fabrican bajo pedido.

Referencia	Descripción
2902689	Codo 90° 200mm
2902690	Codo 90° 250mm
2902691	Codo 90° 315mm
2903061	Codo 90° 355mm
2902692	Codo 90° 400mm
2902693	Codo 90° 450mm
2902723	Codo 90° 500mm
2902687	Codo 45° 200mm
2902688	Codo 45° 250mm
2903071	Codo 45° 315mm
2902825	Tee 200mm
2902820	Tee 250mm
2902821	Tee 315mm
2903062	Tee 355mm
2902822	Tee 400mm
2902823	Tee 450mm
2902826	Tee 250 x 160
2902962	Yee 250 x 160
2902963	Yee 315 x 160
2902964	Yee 400 x 160

Abrazaderas

Referencia	Descripción
2000225	Abrazadera de Acero Inoxidable • Silla 160 Kit
2000226	Abrazadera de Acero Inoxidable • Silla 200 Kit
2000227	Abrazadera de Acero Inoxidable • Silla 250 Kit
2000228	Abrazadera de Acero Inoxidable • Silla 315 Kit

Accesorios
NOVAFORT

Hidrosellos de Caucho

Referencia	Diámetro mm
2000281	110-S8
2000282	160-S8 y S4
2000283	200-S8 yS4
2000284	250-S8
2000390	250-S4
2000285	315-S8 y S4
2000386	355-S8 y S4
2000286	400-S8
2000391	400-S4
2000287	450-S8
2000288	500-S8
2000357	24"-S4
2000358	27"-S4
2000359	30"-S4
NUEVO	33"-S4
NUEVO	36"-S4

Hidrosellos Sillas Kit

Referencia	Descripción	Diámetro
	S8	
2000252	Caucho Silla Yee Kit	160 x 110
2000253	Caucho Silla Yee Kit	200 x 110
2000254	Caucho Silla Yee Kit	200 x 160
2000255	Caucho Silla Yee Kit	250 x 110
2000256	Caucho Silla Yee Kit	250 x 160
2000257	Caucho Silla Yee Kit	315 x 110
2000258	Caucho Silla Yee Kit	315 x 160
2000245	Caucho Silla Tee Kit	160 x 110
2000246	Caucho Silla Tee Kit	200 x 110
2000247	Caucho Silla Tee Kit	200 x 160
2000248	Caucho Silla Tee Kit	250 x 110
2000249	Caucho Silla Tee Kit	250 x 160
2000250	Caucho Silla Tee Kit	315 x 110
2000251	Caucho Silla Tee Kit	315 x 160
	S4	
2000401	Caucho Silla Yee Kit	200 x 160
2000402	Caucho Silla Yee Kit	250 x 160
2000400	Caucho Silla Yee Kit	315 x 160

Click Inserta Tee

Referencia	Descripción	Diámetro
2903559	Click Inserta Tee	250 x 160
2903478	Click Inserta Tee	315 x 160
2903634	Click Inserta Tee	400 x 160
2903635	Click Inserta Tee	450-500x160
2903479	Copa Sierra Inserta Tee	160

Portafolio de Productos NOVALOC

Tuberías

TABLA Nº1 — **NORMA NTC 5070**

Diámetro Nominal	Referencia	Diámetro Exterior	Espesor de Pared(*) mínimo	Diámetro Interno Mínimo		Rigidez Mínima		Peso
						Tubería PS	Anular RS	
pulg.		mm	mm	mm	pulg.	psi	kN/m²	kg/m
24	2902872	625	1.83	595.12	23.43			14.28
27	2902873	710	1.83	671.01	26.42			17.26
30	2902874	786	2.21	747.01	29.41			25.85
33	2902875	860	2.46	823.09	32.40			28.35
36	2902876	950	2.72	899.03	35.39			39.60
39	2902877	1025	3.10	974.98	38.38	10	1.33	54.77
42	2902878	1101	3.35	1050.93	41.37			58.83
45	2902879	1180	3.73	1127.00	44.37			62.89
48	2902880	1271	4.11	1202.94	47.36			85.28
51**	2902881	1363	4.31	1295.00	51.00			91.48
54	2902882	1423	4.50	1355.09	53.35			95.52
60	2903121	1586	4.88	1507.24	59.34			113.32

(*) Espesor de Pared Interno ó Espesor de Agua (**) Por fuera de Norma NTC 5070
LONGITUD ESTANDAR: de 24" a 42" es de 6.5m y de 45" a 60" es de 6.0m
Le damos la dimensión exacta que su diseño requiera dentro del rango de la tabla anterior.

Lubricante NOVAFORT, NOVALOC y UNION PLATINO /

viene en presentación de 500 grms y 4 kg.

Referencia	Und.	Diámetro Nominal	Nº de Ensambles por 500g.
		mm	
2902743	500 g.	110	100
		160	45
		200	30
		250	20
		315	15
		400	7
		450	6
		500	5
		pulg.	
		24	2
		27	2
		30	2
		33	1
		36	1
		39	1
		42	1
		45	1
		48	1
		51	1
		54	1
		60	1
2902741	4 kg.		

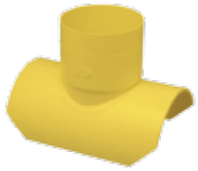
Uniones

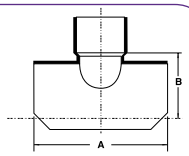
Diámetro Nominal pulg.	Peso Kg	Referencia	Diámetro Extramax
24	6.54	2902913	666.80
27	7.39	2902915	753.29
30	8.14	2902916	829.69
33	8.89	2902918	905.77
36	9.70	2902919	988.51
39	10.48	2902920	1067.86
42	11.23	2902922	1143.81
45	17.34	2902923	1230.88
48	18.62	2902925	1320.42
51	19.91	2902927	1412.48
54	20.76	2902928	1472.57
60	23.18	2903122	1644.25
Longitud		430 mm	

Derivación para Domiciliaria

Diámetro Nominal mm	Referencia
160	2900670

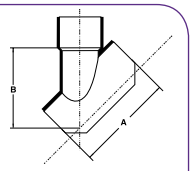
Silla Tee





Referencia	Diámetro Nominal pulg. - mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2903098	24 x 160	470.00	322.50
2903099	24 X 200	470.00	322.50
2903100	24 X 250	470.00	322.50

Silla Yee



Referencia	Diámetro Nominal pulg. - mm	Dimensiones A(mm)	Dimensiones B(mm)
2902975	24 x 200	450.00	480.00
2902976	27 X 200	450.00	500.00

NOTA: Accesorios para cambios de dirección tales como CODOS, TEES o YEES se fabrican, bajo pedido, manufacturados a partir de Tubería Novaloc

CONSULTE NUESTRO DEPARTAMENTO TÉCNICO

Hidrosellos

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
24	2000289
27	2000290
30	2000291
33	2000292
36	2000293
39	2000294
42	2000295
45	2000296
48	2000297
51	2000298
54	2000299
60	2000419

Bisel

Descripción	Unidad	Referencia
Bisel Novaloc 24”	Und	2000360
Bisel Novaloc 27”	Und	2000361
Bisel Novaloc 30”	Und	2000362
Bisel Novaloc 33”	Und	2000363
Bisel Novaloc 36”	Und	2000364
Bisel Novaloc 39”	Und	2000392
Bisel Novaloc 42”	Und	2000393
Bisel Novaloc 45”	Und	2000394
Bisel Novaloc 48”	Und	2000395
Bisel Novaloc 51”	Und	2000396
Bisel Novaloc 54”	Und	2000397
Bisel Novaloc 60”	Und	2000418

Uniones de Reparación

Diámetro Nominal pulg	Referencia
24”	2902960
27”	2902961

Rendimiento SoldaduraPVC Barra 1/8” Referencia 2900611

Diámetro Nominal pulg.	Rendimiento/Corte (m)
24	8.1
27	9.2
30	10.2
33	11.1
36	12.3
39	13.3
42	14.3
45	15.3
48	16.5
51	17.6
54	18.4
60	20.4

Características de los Tubosistemas
NOVAFORT y NOVALOC PAVCO

Para garantizar la estabilidad de un sistema de alcantarillado durante la vida útil para la que ha sido diseñado, los elementos que lo componen deben cumplir ciertas características inherentes al uso mismo y dentro de costos razonables, como son:

1. Hermeticidad
2. Flexibilidad
3. Resistencia a la Corrosión y la Abrasión
4. Óptimo Comportamiento Hidráulico
5. Resistencia al Impacto
6. Facilidad de Instalación y Mantenimiento

Todas estas características, altamente superadas por los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO

1. Hermeticidad

Los Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO, impiden la exfiltración de agua de los conductos,protegiendo el medio ambiente al garantizar que las aguas transportadas no se exfiltren al medio y eventualmente puedan contaminar el agua sub-superficial.

Los Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO, impiden la infiltración, garantizando la estabilidad del relleno de la zanja así como las estructuras en la superficie. Además, garantizan que el caudal transportado sea el caudal diseñado, asegurando el adecuado funcionamiento del sistema de alcantarillado y los caudales, que llegan a las plantas de tratamiento. Esta característica, igualmente, impide la penetración de raíces que pueden causar obstrucciones en los conductos.

En laboratorio se efectúan pruebas de acuerdo con las normas NTC 3722-1, NTC 5055 y NTC 5070 que soportan esta afirmación, pues simulan su comportamiento asociado al uso en condiciones extremas. Estas pruebas incluyen prueba neumática de la Tubería para NOVALOC y pruebas de presión hidráulica interna y de vacío a las uniones para NOVAFORT y NOVALOC.

2. Flexibilidad

Los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO por ser flexibles, aseguran excelente comportamiento a los movimientos del suelo, sismos y asentamientos diferenciales, brindando estabilidad al sistema.

- La rigidez de las Tuberías se determina en laboratorio, de acuerdo a las Normas NTC 3722-1, NTC 5055 y NTC 5070 al 5% de la deflexión. La rigidez de la Tubería más la rigidez del suelo que la rodea, aportan la resistencia estructural necesaria para soportar las cargas de diseño,conservando las ventajas de su flexibilidad.

- El aplastamiento se mide al someter muestras de tubería de 12” de largo en platos paralelos, bajo una rata de carga uniforme. Bajo estas condiciones se lleva la Tubería NOVAFORT y NOVALOC hasta una deflexión del 30% comprobando que el punto máximo de carga no debe ser menor al 30% de la deflexión, y adicionalmente para NOVAFORT se comprueba que no se presenten grietas en el tubo. Además la Tubería NOVALOC se somete a una deflexión del 60% y no se deben presentar rajaduras, agrietamientos, rupturas o separación de costuras.

3. Resistencia a la Corrosión y la Abrasión

Los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO, están fabricados en un material inerte, que garantiza excelente resistencia a la acción de las sustancias químicas y al ataque corrosivo de los materiales presentes en las aguas que transportan (ácido sulfhídrico), así como de los suelos en que están instalados (ácidos y alcalinos).

La pared interna lisa y dureza del material, presentan un excelente comportamiento a la abrasión de los materiales presentes en el agua que transportan, con mínimo desgaste de sus paredes.

- Pruebas sobre tubería fabricadas de PVC indican una vida útil superior a 50 años.

RESISTENCIA QUIMICA:
Los resultados de su comportamiento se basan en inmersiones cortas en los compuestos descritos no diluídos. Esta información debe tomarse como una guía.

RESISTENCIA A LA CORROSION

E = Excelente B = Buena R = Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada

Descripción	23°C	60°C	Descripción	60°C	23°C	60°C	Descripción	23°C	
Aceite de Algodón	E	E	Acido Cresílico 99%		B	NR	Acido Sulfúrico 90%	NR	NR
Aceite de Risino	E	E	Acido Crómico 10%		E	E	Acido Sulfúrico 98%	NR	NR
Aceite de Linaza	E	E	Acido Crómico 30%		E	NR	Acido Tánico	E	E
Aceite de Lubricantes	E	E	Acido Crómico 50%		B	NR	Acido Tartárico	E	E
Aceites Minerales	E	B	Acido Diclocólico		E	E	Acidos Grasos	E	E
Aceites y Grasas	E	B	Acido Esteárico		B	B	Acrilato de Etilo	NR	NR
Acetaldehído	NR	NR	Acido Fluorhídrico 10%		E	NR	Agua de Bromo	R	NR
Acetato de Amilo	NR	NR	Acido Fluorhídrico 50%		E	NR	Agua de Mar	E	E
Acetato de Butilo	NR	NR	Acido Fórmico		E	NR	Agua Potable	E	E
Acetato de Etilo	NR	NR	Acido Fosfórico 25-85%		E	E	Agua Regia	R	NR
Acetato de Plomo	E	E	Acido Gálico		E	E	Alcohol Alílico 96%	NR	NR
Acetato de Sodio	E	E	Acido Glicólico		E	E	Alcohol Amílico	R	NR
Acetato de Vinilo	NR	NR	Acido Hipocloroso		E	E	Alcohol Butílico	B	NR
Acetileno	I	I	Acido Láctico 25%		E	E	Alcohol Etílico	E	E
Acetona	NR	NR	Acido Láurico		E	E	Alcohol Metílico	E	E
Acido Acético 80%	B	NR	Acido Linoleico		E	E	Alcohol Propargílico	I	NR
Acido Acético 20%	E	NR	Acido Maléico		E	E	Alcohol Propílico	B	NR
Acido Adípico	E	E	Acido Málico		E	E	Amoniaco (Gas-seco)	E	E
Acido Antraquinosulfónico	I	I	Acido Metusulfónico		E	E	Amoniaco (Cloruro de amonio)	E	NR
Acido Artisulfónico	R	NR	Acido Nicotínico		E	NR	Anhídrido Acético	NR	NR
Acido Arsénico	E	B	Acido Nítrico 10%		NR	NR	Anilina	NR	NR
Acido Bencesulfónico 10%	E	E	Acido Nítrico 68%		NR	NR	Antraquinona	E	I
Acido Benzóico	E	E	Acido Oléico		E	E	Benceno	NR	NR
Acido Bórico	E	E	Acido Oxálico		E	E	Benzoato de Sodio	B	R
Acido Bromhídrico 20%	E	E	Acido Palmítico 10%		E	E	Bicarbonato de Potasio	E	E
Acido Brómico	E	E	Acido Palmítico 70%		NR	NR	Bicarbonato de Sodio	E	E
Acido Butírico	R	NR	Acido Peracético 40%		NR	NR	Bicromato de Potasio	E	E
Acido Carbónico	E	E	Acido Perclórico 10%		E	E	Bifluoruro de Amonio	E	E
Acido Cianhídrico	E	E	Acido Perclórico 70%		NR	NR	Bisulfato de Calcio	E	E
Acido Cítrico	E	E	Acido Pícrico		NR	NR	Bisulfato de Sodio	E	E
Acido Clorhídrico 20%	I	I	Acido Selénico		I	I	Blanqueador 12.5%	B	R
Acido Clorhídrico 50%	E	E	Acido Silícico		E	E	Borato de Potasio	E	E
Acido Clorhídrico 80%	E	E	Acido Sulfuroso		E	E	Borax	E	B
Acido Cloracético 10%	B	R	Acido Sulfúrico 10%		E	E	Bromato de Potasio	E	E
Acido Clorosulfónico	E	I	Acido Sulfúrico 75%		E	E	Bromo (Líquido)	NR	NR

RESISTENCIA A LA CORROSION

E = Excelente B = Buena R = Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada

Descripción	23°C	60°C	Descripción	23°C	60°C	Descripción	23°C	60°C
Bromuro de Etileno	NR	NR	Disulfuro de Carbono	NR	NR	Nitrato de Sodio	E	E
Bromuro de Potasio	E	B	Eter Etílico	NR	NR	Nitrato de Zinc	E	E
Bromuro de Sodio	I	I	Etilen Glicol	E	E	Nitrato Férrico	E	E
Butadieno	R	NR	Fenol	NR	NR	Nitrato Mercuroso	B	B
Butano	I	I	Ferricianuro de Potasio	E	E	Nitrobenceno	NR	NR
Butanodiol	I	I	Ferricianuro de Sodio	E	I	Nitrito de Sodio	E	E
Butil Fenol	B	NR	Ferrocianuro de Sodio	E	E	Ocenol	I	I
Butileno	E	I	Ferrocianuro de Potasio	E	E	Oleum	NR	NR
Carbonato de Amonio	E	E	Fluor (Gas Húmedo)	E	E	Oxicloruro de Aluminio	E	E
Carbonato de Bario	E	E	Fluoruro de Aluminio	E	E	Oxido Nitroso	E	E
Carbonato de Calcio	E	E	Fluoruro de Amonio 25%	NR	NR	Oxígeno	E	E
Carbonato de Magnesio	E	E	Fluoruro de Cobre	E	E	Pentóxido de Fósforo	I	I
Carbonato de Potasio	B	B	Fluoruro de Potasio	E	E	Perborato de Potasio	E	E
Carbonato de Sodio (S Asn)	E	E	Fluoruro de Sodio	I	I	Perclorato de Potasio	E	E
Celulosa	R	NR	Formaldehído	E	R	Permanganato de Potasio 10%	B	B
Cianuro de Cobre	E	E	Fosfato Disódico	E	E	Peróxido de Hidrógeno 30%	E	I
Cianuro de Plata	E	E	Fosfato Trisódico	E	E	Persulfato de Amonio	E	E
Cianuro de Potasio	E	E	Fosgeno (Gas)	E	E	Persulfato de Potasio	E	E
Cianuro de Sodio	E	E	Fosgeno (Líquido)	NR	NR	Petróleo Crudo	E	E
Cianuro de Mercurio	B	B	Freon-12	I	I	Potasa Cáustica	E	E
Ciclohexano	NR	NR	Fructosa	E	E	Propano	E	I
Ciclohexanol	NR	NR	Frutas (Jugos - Pulpas)	E	E	Soluciones Electrolíticas	E	E
Clorato de Calcio	E	E	Furfural	NR	NR	Soluciones Fotográficas	E	E
Clorato de Sodio	I	I	Gas Natural	E	E	Soda Cáustica	E	E
Cloro (Acuoso) Z	E	NR	Gasolina	NR	NR	Sub-Carbonato de Bismuto	E	E
Cloro (Húmedo)	E	R	Gelatina	E	E	Sulfato de Aluminio	E	E
Cloro (Seco)	E	NR	Glicerina o Glicerol	E	E	Sulfato de Amonio	E	E
Clorobenceno	NR	NR	Glicol	E	E	Sulfato de Bario	E	E
Cloroformo	NR	NR	Glucosa	E	E	Sulfato de Calcio	E	E
Cloruro de Alilo	NR	NR	Heptano	I	I	Sulfato de Cobre	E	E
Cloruro de Aluminio	E	E	Hexano	NR	I	Sulfato de Hidroxilamina	E	E
Cloruro de Amonio	NR	E	Hexanol (Terciario)	R	NR	Sulfato de Magnesio	E	E
Cloruro de Amilo	NR	NR	Hidrógeno	E	E	Sulfato de Metilo	E	R
Cloruro de Bario	E	E	Hidroquinina	E	E	Sulfato de Niquel	E	E
Cloruro de Calcio	E	E	Hidróxido de Aluminio	E	E	Sulfato de Potasio	E	E
Cloruro de Cobre	E	E	Hidróxido de Amonio	E	E	Sulfato de Sodio	E	E
Cloruro de Etilo	NR	NR	Hidróxido de Bario 10%	E	E	Sulfato de Zinc	E	E
Cloruro de Fenilhidrazina	R	NR	Hidróxido de Calcio	E	E	Sulfato Férrico	E	E
Cloruro de Magnesio	E	E	Hidróxido de Magnesio	E	E	Sulfato Ferroso	E	E
Cloruro de Metileno	NR	NR	Hidróxido de Potasio	E	E	Sulfito de Sodio	E	E
Cloruro de Metilo	NR	NR	Hidróxido de Sodio	E	E	Sulfuro de Bario	E	R
Cloruro de Niquel	E	E	Hipoclorito de Calcio	E	E	Sulfuro de Hidrógeno	E	E
Cloruro de Potasio	E	E	Hipoclorito de Sodio	E	E	Sulfuro de Sodio	E	E
Cloruro de Sodio	E	E	Kerosina	E	E	Tetracloruro de Carbono	NR	NR
Cloruro de Tionilo	NR	NR	Leche	E	E	Tetracloruro de Titanio	B	NR
Cloruro de Zinc	E	E	Licor Blanco	E	E	Tetra Etilo de Plomo	I	I
Cloruro Estánico	E	E	Licor Negro	E	E	Tiocianato de Amonio	E	E
Cloruro Estanoso	E	E	Licor Lanning	E	E	Tiosulfato de Sodio	E	E
Cloruro Férrico	E	E	Melasas	E	E	Tolueno	NR	NR
Cloruro Ferroso	E	E	Mercurio	B	B	Tributilfosfato	NR	NR
Cloruro Láurico	I	I	Meta Fosfato de Amonio	E	E	Tricloruro de Fósforo	NR	NR
Cloruro Mercúrico	B	B	Metil-etil-cetona	NR	NR	Trietanol Amina	B	NR
Cresol	NR	NR	Monóxido de Carbono	E	E	Trietanol Propano	B	NR
Crotonaidehido	NR	NR	Nafta	E	NR	Trióxido de Azufre	B	E
Dextrosa	E	E	Nicotina	I	I	Urea	E	E
Dicloruro de Etileno	NR	NR	Nitrato de Aluminio	E	E	Vinagre	E	NR
Dicromato de Potasio	E	E	Nitrato de Amonio	E	E	Vinos	E	E
Dicromato de Sodio	B	R	Nitrato de Calcio	E	E	Whisky	E	E
Dimetil Amina	NR	NR	Nitrato de Cobre	E	E	Xileno	NR	NR
Dióxido de Azufre (Húmedo)	NR	NR	Nitrato de Magnesio	E	E			
Dióxido de Azufre (Seco)	E	E	Nitrato de Niquel	E	E			
Dióxido de Carbono	E	E	Nitrato de Potasio	E	E			

Los datos de esta tabla no deben tomarse como definitivos. Son únicamente para dar una idea aproximada. En caso de duda comuníquese con la Oficina de Servicio al Cliente Pavco 777 2286 - 782 5111 en Bogotá, Fuera de Bogotá al 01 800 09 12286 y 01 800 09 P^{7}A^{2}V^{8}C^{2}O^{6}

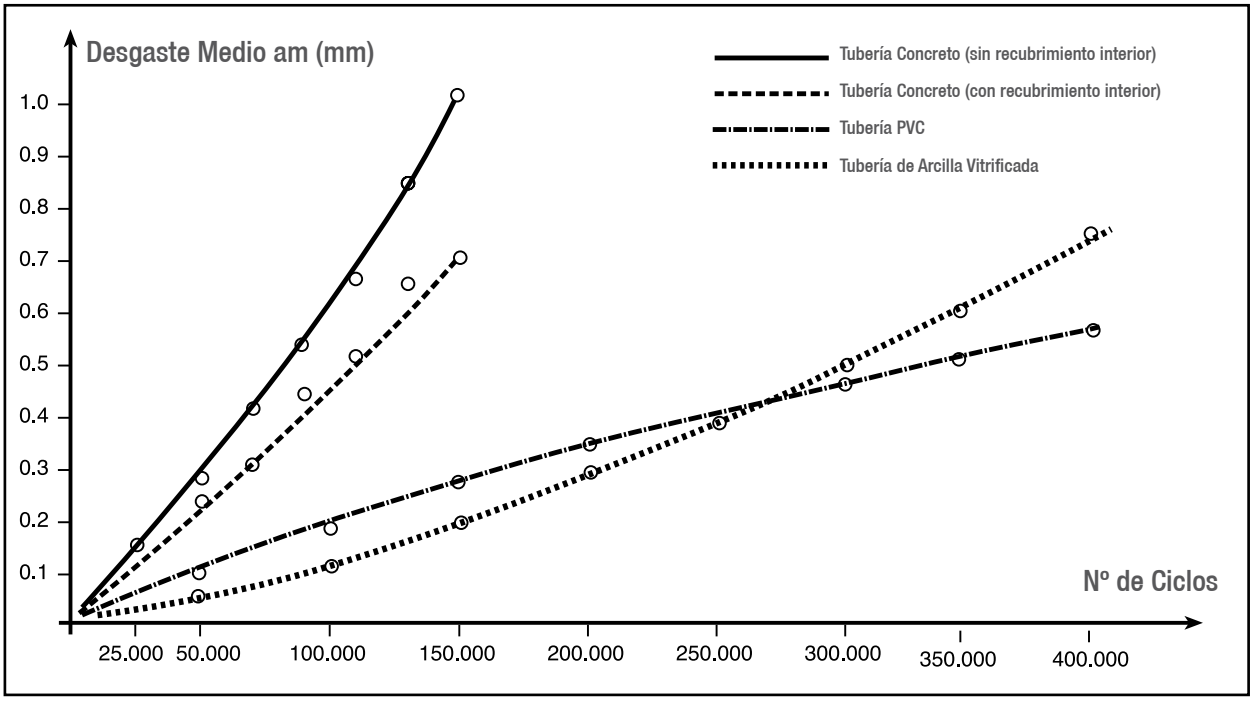
RESISTENCIA A LA ABRASION:

Debido a la naturaleza de las tuberías de PVC el proceso de abrasión se presenta gradualmente sobre una gran área en lugar de desarrollar puntos localizados, como en la mayoría de otros materiales, que causan falla rápida.

Pruebas de abrasión realizadas por el Instituto Darmstadt (Alemania) , usando grava y arena de río sobre diferentes Tuberías produjo los siguientes resultados:

Tipo de Tubería	Resultado	Adelgazamiento de Pared
Concreto sin recubrimiento interno	Desgaste medible a los 150.000 ciclos.	1 mm, 150.000 ciclos
Concreto con recubrimiento interno	Desgaste medible a los 150.000 ciclos, pero menos desgaste que sin recubrimiento.	0.7 mm, 150.000 ciclos
Arcilla Vitrificada	Mínimo desgaste a 260.000 ciclos. Se acelera el desgaste cuando se pierde el vitrificado.	0.75 mm, 400.000 ciclos
PVC (Ver figura)	Mínimo desgaste a 260.000 ciclos. Similar que con Arcilla Vitrificada pero menos acelerado.	0.5 mm, 400.000 ciclos

PRUEBA DE DESGASTE EN TUBERIAS DE DIFERENTES MATERIALES



EVALUACION DE ABRASION USANDO ARENA Y GRAVA
Tomado de Hand Book of PVC Pipe. Uni-Bell PVC Pipe Association

4. Óptimo comportamiento Hidráulico

La pared interior lisa de los Tubosistemas para Alcantarillado PAVCO, significa baja resistencia al flujo dando como resultado mayor capacidad hidráulica permitiendo menores pendientes y diámetros de diseño, (menor movimiento de tierra, transporte, etc), lo que a su vez se traduce en reducción de costos del sistema.
El coeficiente n de Manning recomendado es para NOVAFORT, 0.009 y para NOVALOC, 0.010.
(Ver Tablas Nº3A, pags.13 a 14 y Tablas Nº3B, pags. 15 a 17)

El estudio sobre el comportamiento hidráulico y la determinación del coeficiente de rugosidad en tuberías de alcantarillado, forma parte de uno de diferentes temas de investigación que desarrolla el Centro de Investigaciones en Acueducto y Alcantarillados (CIACUA) de la Universidad de los Andes a través de la "Cátedra PAVCO" período 2001-2002, proyecto de investigación patrocinado por PAVCO desde hace 13 años.

El estudio consistió en la modelación del perfil de flujo en tuberías de alcantarillado, a partir del montaje de un modelo físico a escala real para simular el comportamiento hidráulico bajo la condición de flujo en tuberías parcialmente llenas, donde se obtienen datos experimentales de la altura de la lámina de agua en diferentes secciones de la tubería para diferentes combinaciones de caudal y pendiente. Los datos experimentales son valorados por un modelo matemático de análisis de flujo para la condición mencionada aplicando las ecuaciones de Continuidad, Cantidad de Movimiento, Energía, Flujo Gradualmente Variado (FGV) y las Leyes de Fricción.
El análisis permite establecer el desempeño de la tubería de alcantarillado bajo diferentes condiciones de caudal y pendiente, así como establecer el coeficiente de Manning y por lo tanto la rugosidad de las tuberías de alcantarillado PAVCO.

Resultados para tubería de alcantarillado NOVAFORT

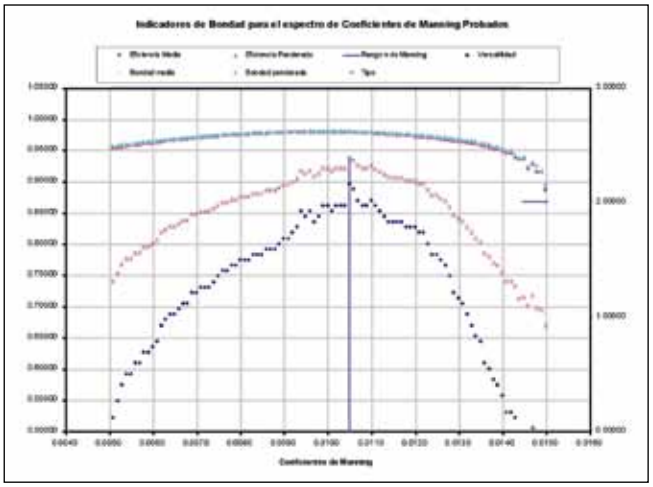
En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para el n de Manning, siguiendo la metodología descrita:

Caudal	Pendiente									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.0107	0.0091	0.0070	0.0094	0.0115	0.0099	0.0097	0.0092	0.0078	0.0107
2	0.0100	0.0095	0.0108	0.0099	0.0110	0.0091	0.0109	0.0082	0.0071	0.0100
3	0.0097	0.0094	0.0116	0.0108	0.0108	0.0119	0.0106	0.0078	0.0071	0.0102
4	0.0101	0.0084	0.0118	0.0105	0.0087	0.0107	0.0102	0.0077	0.0068	0.0105
5	0.0100	0.0078	0.0121	0.0117	0.0115	0.0098	0.0101	0.0080	0.0065	0.0108
6	0.0108	0.0066	0.0113	0.0115	0.0084	0.0105	0.0106	0.0079	0.0067	0.0101
7	0.0104	0.0060	0.0094	0.0111	0.0103	0.0091	0.0106	0.0080	0.0062	0.0113
8	0.0099	0.0081	0.0070	0.0101	0.0101	0.0080	0.0099	0.0077	0.0050	0.0113

El resultado del filtrado para pendientes positivas, con rangos de Eficiencias sobre el Error Cuadrático Medio arrojan un valor de Coeficiente de Manning con un valor cercano al 0.0096, con una precisión de [0.001] para la tubería NOVAFORT.

Resultados para tubería de alcantarillado NOVALOC

El resultado del filtrado para pendientes positivas, con rangos de Eficiencias sobre el Error Cuadrático Medio arrojan un valor de Coeficiente de Manning con un valor cercano al 0.0105, con una precisión de [0.001] para la tubería NOVALOC.



Resultado de la filtración cruzada, para pendientes adversas y horizontales con rangos límites: Tipo I Manning no deseables desde 0 a 0.8, Tipo II Manning aceptables desde 0.8 a 0.96, Tipo III Manning deseables desde 0.96 a 1.-

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde

n NOVAFORT	= 0,009
n NOVALOC	= 0,01
n CONCRETO	= 0,013

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS TUBERÍAS NOVAFORT-NOVALOC Y LAS TUBERÍAS DE CONCRETO

Material	NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO	
D. Nominal	160mm		150mm		200mm		200mm		250mm		250mm		315mm		300mm	
D. Interno mm	145		150		182		200		227		250		284		300	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	0,38	6,4	0,27	4,8	0,45	11,7	0,33	10,4	0,52	21,0	0,38	18,8	0,60	38,2	0,43	30,6
0,2	0,54	9,0	0,39	6,8	0,63	16,5	0,47	14,7	0,73	29,7	0,54	26,6	0,85	54,0	0,61	43,2
0,3	0,67	11,0	0,47	8,3	0,78	20,2	0,57	18,0	0,90	36,4	0,66	32,6	1,04	66,1	0,75	53,0
0,4	0,77	12,7	0,55	9,6	0,90	23,3	0,66	20,7	1,04	42,0	0,77	37,6	1,20	76,3	0,87	61,2
0,5	0,86	14,2	0,61	10,8	1,00	26,1	0,74	23,2	1,16	47,0	0,86	42,0	1,35	85,3	0,97	68,4
0,6	0,94	15,6	0,67	11,8	1,10	28,5	0,81	25,4	1,27	51,4	0,94	46,1	1,48	93,5	1,06	74,9
0,7	1,02	16,8	0,72	12,7	1,18	30,8	0,87	27,4	1,37	55,6	1,01	49,8	1,59	101,0	1,14	80,9
0,8	1,09	18,0	0,77	13,6	1,27	33,0	0,93	29,3	1,47	59,4	1,08	53,2	1,70	107,9	1,22	86,5
0,9	1,15	19,1	0,82	14,4	1,34	35,0	0,99	31,1	1,56	63,0	1,15	56,4	1,81	114,5	1,30	91,7
1	1,22	20,1	0,86	15,2	1,42	36,8	1,04	32,8	1,64	66,4	1,21	59,5	1,91	120,7	1,37	96,7
1,5	1,49	24,6	1,06	18,7	1,73	45,1	1,28	40,2	2,01	81,3	1,48	72,8	2,33	147,8	1,68	118,4
2	1,72	28,4	1,22	21,5	2,00	52,1	1,48	46,4	2,32	93,9	1,71	84,1	2,69	170,7	1,93	136,8
2,5	1,92	31,8	1,36	24,1	2,24	58,3	1,65	51,9	2,59	105,0	1,92	94,0	3,01	190,8	2,16	152,9
3	2,11	34,8	1,49	26,4	2,45	63,8	1,81	56,8	2,84	115,0	2,10	103,0	3,30	209,0	2,37	167,5
3,5	2,28	37,6	1,61	28,5	2,65	68,9	1,95	61,4	3,07	124,2	2,27	111,3	3,56	225,8	2,56	180,9
4	2,43	40,2	1,72	30,5	2,83	73,7	2,09	65,6	3,28	132,8	2,42	118,9	3,81	241,4	2,74	193,4
4,5	2,58	42,6	1,83	32,3	3,00	78,2	2,21	69,6	3,48	140,9	2,57	126,1	4,04	256,0	2,90	205,1
5	2,72	44,9	1,93	34,1	3,17	82,4	2,33	73,3	3,67	148,5	2,71	133,0	4,26	269,9	3,06	216,2
5,5	2,85	47,1	2,02	35,7	3,32	86,4	2,45	76,9	3,85	155,7	2,84	139,5	4,47	283,0	3,21	226,8
6	2,98	49,2	2,11	37,3	3,47	90,2	2,56	80,3	4,02	162,7	2,97	145,7	4,67	295,6	3,35	236,9
6,5	3,10	51,2	2,20	38,8	3,61	93,9	2,66	83,6	4,18	169,3	3,09	151,6	4,86	307,7	3,49	246,5
7	3,22	53,2	2,28	40,3	3,75	97,5	2,76	86,8	4,34	175,7	3,21	157,3	5,04	319,3	3,62	255,8
7,5	3,33	55,0	2,36	41,7	3,88	100,9	2,86	89,8	4,49	181,9	3,32	162,9	5,22	330,5	3,75	264,8
8	3,44	56,8	2,44	43,1	4,01	104,2	2,95	92,8	4,64	187,8	3,43	168,2	5,39	341,4	3,87	273,5
8,5	3,55	58,6	2,51	44,4	4,13	107,4	3,04	95,6	4,78	193,6	3,53	173,4	5,55	351,9	3,99	281,9
9	3,65	60,3	2,59	45,7	4,25	110,5	3,13	98,4	4,92	199,2	3,63	178,4	5,72	362,1	4,10	290,1
9,5	3,75	61,9	2,66	46,9	4,36	113,6	3,22	101,1	5,06	204,7	3,73	183,3	5,87	372,0	4,22	298,1
10	3,85	63,6	2,73	48,2	4,48	116,5	3,30	103,7	5,19	210,0	3,83	188,1	6,02	381,6	4,33	305,8
10,5	3,94	65,1	2,79	49,3	4,59	119,4	3,38	106,3	5,32	215,2	3,93	192,7	6,17	391,1	4,43	313,3
11	4,04	66,7	2,86	50,5	4,70	122,2	3,46	108,8	5,44	220,2	4,02	197,2	6,32	400,3	4,54	320,7
11,5	4,13	68,2	2,92	51,6	4,80	124,9	3,54	111,2	5,56	225,2	4,11	201,7	6,46	409,3	4,64	327,9
12	4,22	69,6	2,99	52,8	4,91	127,6	3,62	113,6	5,68	230,0	4,20	206,0	6,60	418,1	4,74	335,0
12,5	4,30	71,1	3,05	53,8	5,01	130,3	3,69	116,0	5,80	234,8	4,28	210,2	6,74	426,7	4,84	341,9
13	4,39	72,5	3,11	54,9	5,11	132,8	3,76	118,3	5,92	239,4	4,37	214,4	6,87	435,1	4,93	348,7
13,5	4,47	73,8	3,17	56,0	5,20	135,4	3,84	120,5	6,03	244,0	4,45	218,5	7,00	443,4	5,03	355,3
14	4,55	75,2	3,22	57,0	5,30	137,8	3,91	122,7	6,14	248,5	4,53	222,5	7,13	451,6	5,12	361,8
14,5	4,63	76,5	3,28	58,0	5,39	140,3	3,98	124,9	6,25	252,9	4,61	226,4	7,25	459,6	5,21	368,2
15	4,71	77,8	3,34	59,0	5,48	142,7	4,04	127,0	6,35	257,2	4,69	230,3	7,38	467,4	5,30	374,5
15,5	4,79	79,1	3,39	60,0	5,58	145,0	4,11	129,1	6,46	261,4	4,77	234,1	7,50	475,1	5,39	380,7
16	4,87	80,4	3,45	60,9	5,66	147,4	4,18	131,2	6,56	265,6	4,85	237,9	7,62	482,7	5,47	386,8
16,5	4,94	81,6	3,50	61,9	5,75	149,6	4,24	133,2	6,67	269,7	4,92	241,6	7,74	490,2	5,56	392,8
17	5,02	82,9	3,55	62,8	5,84	151,9	4,30	135,2	6,77	273,8	4,99	245,2	7,86	497,6	5,64	398,7
17,5	5,09	84,1	3,61	63,7	5,92	154,1	4,37	137,2	6,86	277,8	5,07	248,8	7,97	504,9	5,72	404,5
18	5,16	85,3	3,66	64,6	6,01	156,3	4,43	139,2	6,96	281,7	5,14	252,3	8,08	512,0	5,80	410,3
18,5	5,23	86,4	3,71	65,5	6,09	158,5	4,49	141,1	7,06	285,6	5,21	255,8	8,19	519,1	5,88	415,9
19	5,30	87,6	3,76	66,4	6,17	160,6	4,55	143,0	7,15	289,5	5,28	259,2	8,30	526,1	5,96	421,5
19,5	5,37	88,7	3,81	67,3	6,25	162,7	4,61	144,8	7,25	293,2	5,35	262,6	8,41	532,9	6,04	427,0
20	5,44	89,9	3,85	68,1	6,33	164,8	4,67	146,7	7,34	297,0	5,42	265,9	8,52	539,7	6,12	432,5
20,5	5,51	91,0	3,90	69,0	6,41	166,8	4,73	148,5	7,43	300,7	5,49	269,3	8,63	546,4	6,19	437,8
21	5,58	92,1	3,95	69,8	6,49	168,8	4,78	150,3	7,52	304,3	5,55	272,5	8,73	553,1	6,27	443,1
21,5	5,64	93,2	4,00	70,6	6,57	170,8	4,84	152,1	7,61	307,9	5,62	275,7	8,83	559,6	6,34	448,4
22	5,71	94,3	4,04	71,4	6,64	172,8	4,90	153,8	7,70	311,5	5,68	278,9	8,94	566,1	6,42	453,6
22,5	5,77	95,3	4,09	72,2	6,72	174,8	4,95	155,6	7,78	315,0	5,75	282,1	9,04	572,5	6,49	458,7
23	5,84	96,4	4,13	73,0	6,79	176,7	5,01	157,3	7,87	318,5	5,81	285,2	9,14	578,8	6,56	463,8
23,5	5,90	97,4	4,18	73,8	6,86	178,6	5,06	159,0	7,95	321,9	5,87	288,3	9,24	585,0	6,63	468,8
24	5,96	98,5	4,22	74,6	6,94	180,5	5,11	160,7	8,04	325,3	5,93	291,3	9,33	591,2	6,70	473,7
24,5	6,02	99,5	4,27	75,4	7,01	182,4	5,17	162,3	8,12	328,7	6,00	294,3	9,43	597,4	6,77	478,6
25	6,09	100,5	4,31	76,1	7,08	184,2	5,22	164,0	8,20	332,0	6,06	297,3	9,53	603,4	6,84	483,5
25,5	6,15	101,5	4,35	76,9	7,15	186,0	5,27	165,6	8,29	335,3	6,12	300,3	9,62	609,4	6,91	488,3
26	6,21	102,5	4,39	77,7	7,22	187,9	5,32	167,2	8,37	338,6	6,18	303,2	9,71	615,4	6,98	493,1
26,5	6,26	103,5	4,44	78,4	7,29	189,7	5,37	168,8	8,45	341,8	6,24	306,1	9,81	621,3	7,04	497,8
27	6,32	104,4	4,48	79,1	7,36	191,4	5,42	170,4	8,53	345,1	6,29	309,0	9,90	627,1	7,11	502,5
27,5	6,38	105,4	4,52	79,9	7,43	193,2	5,47	172,0	8,60	348,2	6,35	311,9	9,99	632,9	7,17	507,1
28	6,44	106,3	4,56	80,6	7,49	194,9	5,52	173,6	8,68	351,4	6,41	314,7	10,08	638,6	7,24	511,7
28,5	6,50	107,3	4,60	81,3	7,56	196,7	5,57	175,1	8,76	354,5	6,47	317,5	10,17	644,3	7,30	516,2
29	6,55	108,2	4,64	82,0	7,63	198,4	5,62	176,6	8,84	357,6	6,52	320,2	10,26	649,9	7,37	520,7
29,5	6,61	109,2	4,68	82,7	7,69	200,1	5,67	178,1	8,91	360,7	6,58	323,0	10,35	655,5	7,43	525,2
30	6,67	110,1	4,72	83,4	7,76	201,8	5,72	179,6	8,99	363,7	6,64	325,7	10,43	661,0	7,49	529,7
30,5	6,72	111,0	4,76	84,1	7,82	203,5	5,77	181,1	9,06	366,7	6,69	328,4	10,52	666,5	7,56	534,0
31	6,78	111,9	4,80	84,8	7,88	205,1	5,81	182,6	9,14	369,7	6,75	331,1	10,61	672,0	7,62	538,4
31,5	6,83	112,8	4,84	85,5	7,95	206,8	5,86	184,1	9,21	372,7	6,80	333,8	10,69	677,3	7,68	542,7
32	6,88	113,7	4,88	86,2	8,01	208,4	5,91	185,5	9,28	375,7	6,85	336,4	10,78	682,7	7,74	547,0
32,5	6,94	114,6	4,91	86,8	8,07	210,0	5,95	187,0	9,35	378,6	6,91	339,0	10,86	688,0	7,80	551,3

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde

n NOVAFORT	= 0,009
n NOVALOC	= 0,01
n CONCRETO	= 0,013

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS TUBERÍAS NOVAFORT-NOVALOC Y LAS TUBERÍAS DE CONCRETO

Material	NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO	
D. Nominal	355mm		350mm		400mm		400mm		450mm		450mm		500mm		500mm	
D. Interno mm	327		350		362		400		407		450		452		500	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	0,66	55,6	0,48	46,1	0,71	72,9	0,52	65,9	0,77	99,6	0,57	90,2	0,82	131,8	0,61	119,4
0,2	0,94	78,6	0,68	65,2	1,00	103,1	0,74	93,1	1,08	140,9	0,80	127,5	1,16	186,4	0,86	168,9
0,3	1,15	96,3	0,83	79,9	1,23	126,3	0,91	114,1	1,33	172,6	0,98	156,2	1,42	228,2	1,05	206,8
0,4	1,32	111,2	0,96	92,3	1,42	145,8	1,05	131,7	1,53	199,3	1,13	180,3	1,64	263,6	1,22	238,8
0,5	1,48	124,3	1,07	103,1	1,58	163,0	1,17	147,3	1,71	222,8	1,27	201,6	1,84	294,7	1,36	267,0
0,6	1,62	136,1	1,17	113,0	1,73	178,6	1,28	161,3	1,88	244,0	1,39	220,8	2,01	322,8	1,49	292,5
0,7	1,75	147,1	1,27	122,0	1,87	192,9	1,39	174,2	2,03	263,6	1,50	238,5	2,17	348,7	1,61	315,9
0,8	1,87	157,2	1,36	130,5	2,00	206,2	1,48	186,3	2,17	281,8	1,60	255,0	2,32	372,7	1,72	337,7
0,9	1,99	166,7	1,44	138,4	2,12	218,7	1,57	197,6	2,30	298,9	1,70	270,5	2,46	395,3	1,82	358,2
1	2,09	175,8	1,52	145,9	2,24	230,5	1,66	208,3	2,42	315,1	1,79	285,1	2,60	416,7	1,92	377,6
1,5	2,56	215,3	1,86	178,6	2,74	282,3	2,03	255,1	2,97	385,9	2,20	349,2	3,18	510,4	2,36	462,5
2	2,96	248,6	2,14	206,3	3,17	326,0	2,34	294,5	3,42	445,6	2,54	403,2	3,67	589,3	2,72	534,0
2,5	3,31	277,9	2,40	230,6	3,54	364,5	2,62	329,3	3,83	498,2	2,83	450,8	4,11	658,9	3,04	597,0
3	3,63	304,4	2,63	252,6	3,88	399,3	2,87	360,7	4,19	545,7	3,10	493,8	4,50	721,8	3,33	654,0
3,5	3,92	328,8	2,84	272,9	4,19	431,3	3,10	389,6	4,53	589,4	3,35	533,4	4,86	779,6	3,60	706,4
4	4,19	351,5	3,03	291,7	4,48	461,0	3,31	416,5	4,84	630,1	3,59	570,2	5,19	833,4	3,85	755,2
4,5	4,44	372,9	3,22	309,4	4,75	489,0	3,52	441,8	5,14	668,3	3,80	604,8	5,51	884,0	4,08	801,0
5	4,68	393,0	3,39	326,2	5,01	515,4	3,71	465,7	5,42	704,5	4,01	637,5	5,81	931,8	4,30	844,3
5,5	4,91	412,2	3,56	342,1	5,25	540,6	3,89	488,4	5,68	738,9	4,20	668,6	6,09	977,3	4,51	885,5
6	5,13	430,5	3,71	357,3	5,49	564,6	4,06	510,1	5,93	771,7	4,39	698,4	6,36	1020,7	4,71	924,9
6,5	5,34	448,1	3,87	371,9	5,71	587,7	4,23	531,0	6,17	803,2	4,57	726,9	6,62	1062,4	4,90	962,7
7	5,54	465,0	4,01	385,9	5,93	609,9	4,38	551,0	6,41	833,6	4,74	754,3	6,87	1102,5	5,09	999,0
7,5	5,73	481,4	4,15	399,5	6,13	631,3	4,54	570,3	6,63	862,8	4,91	780,8	7,11	1141,2	5,27	1034,1
8	5,92	497,1	4,29	412,6	6,33	652,0	4,69	589,0	6,85	891,1	5,07	806,4	7,35	1178,7	5,44	1068,0
8,5	6,10	512,4	4,42	425,3	6,53	672,1	4,83	607,2	7,06	918,5	5,23	831,2	7,57	1214,9	5,61	1100,9
9	6,28	527,3	4,55	437,6	6,72	691,5	4,97	624,8	7,26	945,2	5,38	855,3	7,79	1250,2	5,77	1132,8
9,5	6,45	541,7	4,67	449,6	6,90	710,5	5,11	641,9	7,46	971,1	5,53	878,8	8,00	1284,4	5,93	1163,8
10	6,62	555,8	4,79	461,3	7,08	728,9	5,24	658,6	7,66	996,3	5,67	901,6	8,21	1317,8	6,08	1194,1
10,5	6,78	569,5	4,91	472,7	7,26	747,0	5,37	674,8	7,85	1020,9	5,81	923,8	8,42	1350,3	6,23	1223,5
11	6,94	582,9	5,03	483,8	7,43	764,5	5,50	690,7	8,03	1044,9	5,95	945,6	8,61	1382,1	6,38	1252,3
11,5	7,10	596,1	5,14	494,7	7,60	781,7	5,62	706,2	8,21	1068,4	6,08	966,8	8,81	1413,2	6,52	1280,5
12	7,25	608,9	5,25	505,3	7,76	798,5	5,74	721,4	8,39	1091,4	6,21	987,6	9,00	1443,6	6,66	1308,0
12,5	7,40	621,4	5,36	515,7	7,92	815,0	5,86	736,3	8,56	1113,9	6,34	1008,0	9,18	1473,3	6,80	1335,0
13	7,55	633,7	5,47	525,9	8,08	831,1	5,98	750,9	8,73	1136,0	6,46	1028,0	9,36	1502,5	6,93	1361,4
13,5	7,69	645,8	5,57	535,9	8,23	847,0	6,09	765,2	8,90	1157,6	6,59	1047,5	9,54	1531,1	7,07	1387,4
14	7,83	657,7	5,67	545,8	8,38	862,5	6,20	779,2	9,06	1178,8	6,71	1066,8	9,72	1559,2	7,20	1412,8
14,5	7,97	669,3	5,77	555,4	8,53	877,8	6,31	793,0	9,22	1199,7	6,83	1085,7	9,89	1586,8	7,32	1437,8
15	8,11	680,7	5,87	564,9	8,67	892,8	6,42	806,6	9,38	1220,2	6,94	1104,2	10,06	1613,9	7,45	1462,4
15,5	8,24	692,0	5,97	574,3	8,82	907,5	6,52	819,9	9,53	1240,4	7,06	1122,5	10,22	1640,6	7,57	1486,6
16	8,37	703,1	6,06	583,5	8,96	922,1	6,63	833,0	9,69	1260,2	7,17	1140,4	10,39	1666,9	7,69	1510,4
16,5	8,50	714,0	6,16	592,5	9,10	936,4	6,73	845,9	9,84	1279,8	7,28	1158,1	10,55	1692,7	7,81	1533,8
17	8,63	724,7	6,25	601,4	9,23	950,4	6,83	858,7	9,98	1299,0	7,39	1175,5	10,71	1718,2	7,93	1556,9
17,5	8,76	735,3	6,34	610,2	9,37	964,3	6,93	871,2	10,13	1318,0	7,50	1192,7	10,86	1743,3	8,04	1579,6
18	8,88	745,7	6,43	618,9	9,50	978,0	7,03	883,6	10,27	1336,7	7,61	1209,6	11,02	1768,0	8,16	1602,0
18,5	9,00	756,0	6,52	627,4	9,63	991,5	7,13	895,7	10,42	1355,1	7,71	1226,3	11,17	1792,4	8,27	1624,1
19	9,12	766,1	6,61	635,8	9,76	1004,8	7,22	907,8	10,56	1373,3	7,81	1242,7	11,32	1816,4	8,38	1645,9
19,5	9,24	776,2	6,69	644,1	9,89	1017,9	7,32	919,6	10,69	1391,3	7,92	1259,0	11,47	1840,2	8,49	1667,4
20	9,36	786,0	6,78	652,3	10,02	1030,9	7,41	931,4	10,83	1409,0	8,02	1275,0	11,61	1863,6	8,60	1688,7
20,5	9,48	795,8	6,86	660,4	10,14	1043,7	7,50	942,9	10,96	1426,5	8,12	1290,9	11,76	1886,8	8,71	1709,6
21	9,59	805,5	6,95	668,4	10,26	1056,3	7,59	954,4	11,10	1443,8	8,21	1306,5	11,90	1909,6	8,81	1730,4
21,5	9,70	815,0	7,03	676,4	10,39	1068,8	7,68	965,6	11,23	1460,9	8,31	1322,0	12,04	1932,2	8,92	1750,8
22	9,82	824,4	7,11	684,2	10,51	1081,2	7,77	976,8	11,36	1477,8	8,41	1337,3	12,18	1954,6	9,02	1771,1
22,5	9,93	833,7	7,19	691,9	10,62	1093,4	7,86	987,9	11,49	1494,5	8,50	1352,4	12,32	1976,7	9,12	1791,1
23	10,04	842,9	7,27	699,5	10,74	1105,5	7,95	998,8	11,61	1511,0	8,60	1367,3	12,45	1998,5	9,22	1810,9
23,5	10,15	852,1	7,35	707,1	10,86	1117,5	8,03	1009,6	11,74	1527,3	8,69	1382,1	12,59	2020,1	9,32	1830,5
24	10,25	861,1	7,43	714,6	10,97	1129,3	8,12	1020,2	11,86	1543,5	8,78	1396,7	12,72	2041,5	9,42	1849,8
24,5	10,36	870,0	7,50	722,0	11,09	1141,0	8,20	1030,8	11,99	1559,5	8,87	1411,2	12,85	2062,7	9,52	1869,0
25	10,46	878,8	7,58	729,3	11,20	1152,6	8,29	1041,3	12,11	1575,3	8,96	1425,5	12,99	2083,6	9,62	1888,0
25,5	10,57	887,6	7,66	736,6	11,31	1164,0	8,37	1051,6	12,23	1591,0	9,05	1439,7	13,11	2104,3	9,71	1906,8
26	10,67	896,2	7,73	743,8	11,42	1175,4	8,45	1061,9	12,35	1606,5	9,14	1453,8	13,24	2124,9	9,81	1925,4
26,5	10,77	904,8	7,80	750,9	11,53	1186,6	8,53	1072,1	12,47	1621,9	9,23	1467,7	13,37	2145,2	9,90	1943,8
27	10,88	913,3	7,88	757,9	11,64	1197,8	8,61	1082,1	12,58	1637,1	9,31	1481,5	13,49	2165,3	9,99	1962,0
27,5	10,98	921,7	7,95	764,9	11,75	1208,8	8,69	1092,1	12,70	1652,2	9,40	1495,1	13,62	2185,3	10,08	1980,1
28	11,07	930,1	8,02	771,9	11,85	1219,8	8,77	1102,0	12,81	1667,1	9,49	1508,6	13,74	2205,1	10,18	1998,0
28,5	11,17	938,3	8,09	778,7	11,96	1230,6	8,85	1111,8	12,93	1682,0	9,57	1522,1	13,86	2224,7	10,27	2015,8
29	11,27	946,5	8,16	785,5	12,06	1241,4	8,92	1121,5	13,04	1696,6	9,65	1535,3	13,99	2244,1	10,36	2033,4
29,5	11,37	954,7	8,23	792,3	12,16	1252,0	9,00	1131,1	13,15	1711,2	9,74	1548,5	14,11	2263,4	10,44	2050,9
30	11,46	962,7	8,30	798,9	12,27	1262,6	9,08	1140,7	13,26	1725,7	9,82	1561,6	14,22	2282,5	10,53	2068,2
30,5	11,56	970,7	8,37	805,6	12,37	1273,1	9,15	1150,1	13,37	1740,0	9,90	1574,6	14,34	2301,4	10,62	2085,3
31	11,65	978,6	8,44	812,1	12,47	1283,4	9,23	1159,5	13,48	1754,2	9,98	1587,4	14,46	2320,2	10,71	2102,4
31,5	11,75	986,5	8,51	818,7	12,57	1293,8	9,30	1168,8	13,59	1768,3	10,06	1600,2	14,58	2338,8	10,79	2119,2
32	11,84	994,3	8,58	825,1	12,67	1304,0	9,37	1178,1	13,70	1782,2	10,14	1612,8	14,69	2357,3	10,88	2136,0
32,5	11,93	1002,0	8,64	831,6	12,77	1314,1	9,45	1187,2	13,81	1796,1	10,22	1625,4	14,81	2375,7	10,96	2152,6

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde

n NOVAFORT = 0,009
n NOVALOC = 0,01
n CONCRETO = 0,013

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS TUBERÍAS NOVAFORT-NOVALOC Y LAS TUBERÍAS DE CONCRETO

Material	NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO		NOVAFORT		CONCRETO	
D. Nominal	24"		600mm		27"		700mm		30"		800mm		33"		850mm	
D. Interno mm	595		600		670		700		747		800		824		838,2	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	0,99	274,3	0,69	194,2	1,07	376,4	0,76	292,9	1,15	503,1	0,83	418,2	1,23	653,6	0,86	473,6
0,2	1,40	387,9	0,97	274,6	1,51	532,3	1,08	414,2	1,62	711,5	1,18	591,4	1,73	924,3	1,21	669,7
0,3	1,71	475,1	1,19	336,3	1,85	652,0	1,32	507,3	1,99	871,4	1,44	724,3	2,12	1132,0	1,49	820,2
0,4	1,97	548,5	1,37	388,3	2,14	752,8	1,52	585,8	2,30	1006,2	1,66	836,3	2,45	1307,1	1,72	947,1
0,5	2,21	613,3	1,54	434,2	2,39	841,7	1,70	654,9	2,57	1125,0	1,86	935,0	2,74	1461,4	1,92	1058,9
0,6	2,42	671,8	1,68	475,6	2,62	922,0	1,86	717,4	2,81	1232,4	2,04	1024,3	3,00	1600,9	2,10	1160,0
0,7	2,61	725,7	1,82	513,7	2,82	995,9	2,01	774,9	3,04	1331,1	2,20	1106,4	3,24	1729,1	2,27	1252,9
0,8	2,79	775,8	1,94	549,2	3,02	1064,7	2,15	828,4	3,25	1423,0	2,35	1182,7	3,47	1848,5	2,43	1339,4
0,9	2,96	822,8	2,06	582,5	3,20	1129,3	2,28	878,7	3,44	1509,3	2,50	1254,5	3,68	1960,7	2,57	1420,7
1	3,12	867,3	2,17	614,0	3,38	1190,3	2,41	926,2	3,63	1591,0	2,63	1322,4	3,88	2066,7	2,71	1497,5
1,5	3,82	1062,3	2,66	752,0	4,14	1457,9	2,95	1134,3	4,45	1948,5	3,22	1619,5	4,75	2531,2	3,32	1834,1
2	4,41	1226,6	3,07	868,3	4,77	1683,4	3,40	1309,8	5,13	2250,0	3,72	1870,1	5,48	2922,8	3,84	2117,8
2,5	4,93	1371,4	3,43	970,8	5,34	1882,1	3,81	1464,4	5,74	2515,5	4,16	2090,8	6,13	3267,8	4,29	2367,8
3	5,40	1502,3	3,76	1063,5	5,85	2061,7	4,17	1604,2	6,29	2755,6	4,56	2290,4	6,71	3579,7	4,70	2593,7
3,5	5,84	1622,6	4,06	1148,7	6,32	2226,9	4,50	1732,7	6,79	2976,4	4,92	2473,9	7,25	3866,5	5,08	2801,6
4	6,24	1734,7	4,34	1228,0	6,75	2380,7	4,81	1852,4	7,26	3181,9	5,26	2644,7	7,75	4133,4	5,43	2995,0
4,5	6,62	1839,9	4,61	1302,5	7,16	2525,1	5,11	1964,8	7,70	3375,0	5,58	2805,1	8,22	4384,2	5,76	3176,7
5	6,98	1939,4	4,86	1373,0	7,55	2661,7	5,38	2071,0	8,12	3557,5	5,88	2956,9	8,67	4621,3	6,07	3348,5
5,5	7,32	2034,1	5,09	1440,0	7,92	2791,6	5,64	2172,1	8,51	3731,2	6,17	3101,2	9,09	4846,9	6,36	3511,9
6	7,64	2124,5	5,32	1504,0	8,27	2915,7	5,90	2268,7	8,89	3897,1	6,44	3239,1	9,49	5062,4	6,65	3668,1
6,5	7,95	2211,3	5,54	1565,4	8,61	3034,8	6,14	2361,3	9,26	4056,2	6,71	3371,3	9,88	5269,1	6,92	3817,9
7	8,25	2294,7	5,75	1624,5	8,93	3149,4	6,37	2450,5	9,60	4209,3	6,96	3498,6	10,25	5468,0	7,18	3962,0
7,5	8,54	2375,3	5,95	1681,5	9,25	3259,9	6,59	2536,5	9,94	4357,1	7,20	3621,4	10,61	5659,9	7,43	4101,1
8	8,82	2453,2	6,14	1736,7	9,55	3366,8	6,81	2619,7	10,27	4499,9	7,44	3740,2	10,96	5845,5	7,68	4235,6
8,5	9,09	2528,7	6,33	1790,1	9,84	3470,4	7,02	2700,3	10,58	4638,4	7,67	3855,3	11,30	6025,4	7,91	4365,9
9	9,36	2602,0	6,51	1842,0	10,13	3571,0	7,22	2778,6	10,89	4772,9	7,89	3967,1	11,63	6200,1	8,14	4492,5
9,5	9,61	2673,3	6,69	1892,5	10,41	3668,9	7,42	2854,7	11,19	4903,7	8,11	4075,8	11,95	6370,0	8,36	4615,6
10	9,86	2742,7	6,87	1941,7	10,68	3764,2	7,61	2928,9	11,48	5031,1	8,32	4181,6	12,26	6535,5	8,58	4735,5
10,5	10,11	2810,5	7,04	1989,6	10,94	3857,2	7,80	3001,2	11,76	5155,3	8,52	4284,9	12,56	6696,9	8,79	4852,5
11	10,35	2876,6	7,20	2036,4	11,20	3947,9	7,98	3071,8	12,04	5276,7	8,73	4385,7	12,85	6854,5	9,00	4966,6
11,5	10,58	2941,3	7,36	2082,2	11,45	4036,7	8,16	3140,9	12,31	5395,2	8,92	4484,3	13,14	7008,6	9,20	5078,3
12	10,81	3004,5	7,52	2127,0	11,70	4123,5	8,34	3208,4	12,58	5511,3	9,11	4580,8	13,43	7159,3	9,40	5187,5
12,5	11,03	3066,5	7,68	2170,9	11,94	4208,5	8,51	3274,6	12,83	5624,9	9,30	4675,2	13,70	7306,9	9,59	5294,5
13	11,25	3127,2	7,83	2213,9	12,17	4291,9	8,68	3339,4	13,09	5736,3	9,49	4767,8	13,97	7451,6	9,78	5399,3
13,5	11,46	3186,8	7,98	2256,0	12,41	4373,6	8,84	3403,0	13,34	5845,6	9,67	4858,6	14,24	7593,6	9,97	5502,2
14	11,67	3245,3	8,13	2297,4	12,63	4453,9	9,00	3465,5	13,58	5952,9	9,84	4947,8	14,50	7732,9	10,15	5603,1
14,5	11,88	3302,7	8,27	2338,1	12,86	4532,7	9,16	3526,8	13,82	6058,2	10,02	5035,4	14,76	7869,8	10,33	5702,3
15	12,08	3359,2	8,41	2378,1	13,08	4610,2	9,32	3587,1	14,06	6161,8	10,19	5121,4	15,01	8004,3	10,51	5799,8
15,5	12,28	3414,7	8,55	2417,4	13,29	4686,4	9,48	3646,4	14,29	6263,7	10,36	5206,1	15,26	8136,7	10,68	5895,7
16	12,48	3469,3	8,69	2456,0	13,50	4761,4	9,63	3704,8	14,52	6363,9	10,52	5289,4	15,50	8266,8	10,86	5990,0
16,5	12,67	3523,1	8,82	2494,1	13,71	4835,2	9,78	3762,2	14,75	6462,6	10,69	5371,4	15,74	8395,0	11,02	6082,9
17	12,86	3576,1	8,95	2531,6	13,92	4907,9	9,92	3818,8	14,97	6559,7	10,85	5452,2	15,98	8521,3	11,19	6174,4
17,5	13,05	3628,3	9,08	2568,6	14,12	4979,6	10,07	3874,5	15,19	6655,5	11,01	5531,8	16,21	8645,7	11,35	6264,5
18	13,23	3679,8	9,21	2605,0	14,32	5050,2	10,21	3929,5	15,40	6749,9	11,16	5610,3	16,44	8768,3	11,51	6353,4
18,5	13,42	3730,5	9,34	2641,0	14,52	5119,9	10,35	3983,7	15,61	6843,0	11,32	5687,6	16,67	8889,3	11,67	6441,0
19	13,60	3780,6	9,47	2676,4	14,72	5188,6	10,49	4037,2	15,82	6934,9	11,47	5764,0	16,89	9008,6	11,83	6527,5
19,5	13,77	3830,0	9,59	2711,4	14,91	5256,4	10,63	4090,0	16,03	7025,5	11,62	5839,3	17,11	9126,4	11,98	6612,8
20	13,95	3878,8	9,71	2745,9	15,10	5323,4	10,76	4142,1	16,23	7115,0	11,76	5913,7	17,33	9242,6	12,14	6697,0
20,5	14,12	3927,0	9,83	2780,1	15,29	5389,5	10,90	4193,5	16,44	7203,4	11,91	5987,2	17,55	9357,4	12,29	6780,2
21	14,29	3974,6	9,95	2813,8	15,47	5454,9	11,03	4244,3	16,64	7290,7	12,06	6059,8	17,76	9470,9	12,44	6862,4
21,5	14,46	4021,7	10,07	2847,1	15,66	5519,4	11,16	4294,6	16,83	7377,0	12,20	6131,5	17,97	9582,9	12,58	6943,6
22	14,63	4068,2	10,19	2880,0	15,84	5583,2	11,29	4344,2	17,03	7462,3	12,34	6202,4	18,18	9693,7	12,73	7023,9
22,5	14,80	4114,1	10,30	2912,5	16,01	5646,3	11,42	4393,3	17,22	7546,6	12,48	6272,5	18,38	9803,3	12,87	7103,3
23	14,96	4159,6	10,41	2944,7	16,19	5708,7	11,54	4441,9	17,41	7630,0	12,62	6341,8	18,59	9911,6	13,02	7181,8
23,5	15,12	4204,6	10,53	2976,5	16,37	5770,4	11,67	4489,9	17,60	7712,5	12,75	6410,3	18,79	10018,8	13,16	7259,4
24	15,28	4249,0	10,64	3008,0	16,54	5831,5	11,79	4537,4	17,78	7794,1	12,89	6478,2	18,99	10124,8	13,29	7336,2
24,5	15,44	4293,1	10,75	3039,2	16,71	5891,9	11,91	4584,4	17,97	7874,9	13,02	6545,3	19,18	10229,7	13,43	7412,2
25	15,60	4336,7	10,86	3070,1	16,88	5951,7	12,03	4631,0	18,15	7954,9	13,15	6611,8	19,38	10333,6	13,57	7487,5
25,5	15,75	4379,8	10,97	3100,6	17,05	6011,0	12,15	4677,0	18,33	8034,0	13,28	6677,5	19,57	10436,4	13,70	7562,0
26	15,91	4422,5	11,07	3130,9	17,22	6069,6	12,27	4722,7	18,51	8112,4	13,41	6742,7	19,76	10538,2	13,84	7635,8
26,5	16,06	4464,9	11,18	3160,8	17,38	6127,7	12,39	4767,9	18,69	8190,0	13,54	6807,2	19,95	10639,1	13,97	7708,9
27	16,21	4506,8	11,28	3190,5	17,54	6185,2	12,51	4812,6	18,86	8266,9	13,67	6871,1	20,14	10739,0	14,10	7781,2
27,5	16,36	4548,3	11,39	3219,9	17,71	6242,2	12,62	4857,0	19,04	8343,1	13,80	6934,5	20,32	10837,9	14,23	7853,0
28	16,51	4589,5	11,49	3249,0	17,87	6298,7	12,73	4901,0	19,21	8418,6	13,92	6997,2	20,51	10936,0	14,36	7924,0
28,5	16,65	4630,3	11,59	3277,9	18,02	6354,7	12,85	4944,5	19,38	8493,5	14,04	7059,4	20,69	11033,2	14,49	7994,5
29	16,80	4670,7	11,69	3306,6	18,18	6410,2	12,96	4987,7	19,55	8567,6	14,17	7121,1	20,87	11129,6	14,61	8064,3
29,5	16,94	4710,8	11,79	3334,9	18,34	6465,2	13,07	5030,5	19,72	8641,2	14,29	7182,2	21,05	11225,1	14,74	8133,5
30	17,09	4750,6	11,89	3363,1	18,49	6519,8	13,18	5073,0	19,88	8714,1	14,41	7242,8	21,23	11319,8	14,86	8202,1
30,5	17,23	4790,0	11,99	3391,0	18,65	6573,9	13,29	5115,1	20,05	8786,4	14,53	7302,9	21,40	11413,8	14,99	8270,2
31	17,37	4829,1	12,09	3418,7	18,80	6627,6	13,40	5156,8	20,21	8858,2	14,65	7362,5	21,58	11507,0	15,11	8337,7
31,5	17,51	4867,9	12,19	3446,1	18,95	6680,8	13,51	5198,2	20,37	8929,3	14,76	7421,7	21,75	11599,4	15,23	8404,7
32	17,65	4906,4	12,28	3473,4	19,10	6733,6	13,61	5239,3	20,54	8999,9	14,88	7480,3	21,92	11691,1	15,35	8471,1
32,5	17,78	4944,6	12,38	3500,4	19,25	6786,0	13,72	5280,1	20,70	9069,9	15,00	7538,6	22,09	11782,1	15,47	8537,1

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde

n NOVAFORT	= 0,009
n NOVALOC	= 0,01
n CONCRETO	= 0,013

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS TUBERÍAS NOVAFORT-NOVALOC Y LAS TUBERÍAS DE CONCRETO

Material	NOVAFORT		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO	
D. Nominal	36"		900mm		24"		600mm		27"		700mm		30"		800mm	
D. Interno mm	900		900		595,12		600		671,01		700		747,01		800	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	1,30	826,9	0,90	572,5	0,89	247,0	0,69	194,2	0,96	340,1	0,76	292,9	1,03	452,8	0,83	418,2
0,2	1,84	1169,4	1,27	809,6	1,26	349,3	0,97	274,6	1,36	481,0	1,08	414,2	1,46	640,4	1,18	591,4
0,3	2,25	1432,2	1,56	991,5	1,54	427,8	1,19	336,3	1,67	589,1	1,32	507,3	1,79	784,3	1,44	724,3
0,4	2,60	1653,8	1,80	1144,9	1,78	494,0	1,37	388,3	1,92	680,3	1,52	585,8	2,07	905,6	1,66	836,3
0,5	2,91	1849,0	2,01	1280,1	1,99	552,3	1,54	434,2	2,15	760,6	1,70	654,9	2,31	1012,5	1,86	935,0
0,6	3,18	2025,5	2,20	1402,3	2,17	605,0	1,68	475,6	2,36	833,2	1,86	717,4	2,53	1109,2	2,04	1024,3
0,7	3,44	2187,8	2,38	1514,6	2,35	653,4	1,82	513,7	2,54	899,9	2,01	774,9	2,73	1198,0	2,20	1106,4
0,8	3,68	2338,8	2,55	1619,2	2,51	698,6	1,94	549,2	2,72	962,1	2,15	828,4	2,92	1280,8	2,35	1182,7
0,9	3,90	2480,7	2,70	1717,4	2,66	740,9	2,06	582,5	2,89	1020,4	2,28	878,7	3,10	1358,4	2,50	1254,5
1	4,11	2614,9	2,85	1810,3	2,81	781,0	2,17	614,0	3,04	1075,6	2,41	926,2	3,27	1431,9	2,63	1322,4
1,5	5,03	3202,6	3,49	2217,2	3,44	956,5	2,66	752,0	3,73	1317,4	2,95	1134,3	4,00	1753,7	3,22	1619,5
2	5,81	3698,0	4,02	2560,2	3,97	1104,5	3,07	868,3	4,30	1521,2	3,40	1309,8	4,62	2025,0	3,72	1870,1
2,5	6,50	4134,5	4,50	2862,4	4,44	1234,9	3,43	970,8	4,81	1700,7	3,81	1464,4	5,17	2264,1	4,16	2090,8
3	7,12	4529,1	4,93	3135,6	4,86	1352,8	3,76	1063,5	5,27	1863,0	4,17	1604,2	5,66	2480,2	4,56	2290,4
3,5	7,69	4892,0	5,32	3386,8	5,25	1461,2	4,06	1148,7	5,69	2012,3	4,50	1732,7	6,11	2678,9	4,92	2473,9
4	8,22	5229,8	5,69	3620,6	5,62	1562,0	4,34	1228,0	6,08	2151,2	4,81	1852,4	6,53	2863,9	5,26	2644,7
4,5	8,72	5547,0	6,04	3840,2	5,96	1656,8	4,61	1302,5	6,45	2281,7	5,11	1964,8	6,93	3037,6	5,58	2805,1
5	9,19	5847,1	6,36	4048,0	6,28	1746,4	4,86	1373,0	6,80	2405,2	5,38	2071,0	7,31	3201,9	5,88	2956,9
5,5	9,64	6132,5	6,67	4245,6	6,58	1831,7	5,09	1440,0	7,13	2522,6	5,64	2172,1	7,66	3358,2	6,17	3101,2
6	10,07	6405,2	6,97	4434,3	6,88	1913,1	5,32	1504,0	7,45	2634,7	5,90	2268,7	8,00	3507,5	6,44	3239,1
6,5	10,48	6666,7	7,25	4615,4	7,16	1991,2	5,54	1565,4	7,75	2742,3	6,14	2361,3	8,33	3650,7	6,71	3371,3
7	10,87	6918,4	7,53	4789,6	7,43	2066,4	5,75	1624,5	8,05	2845,8	6,37	2450,5	8,64	3788,5	6,96	3498,6
7,5	11,26	7161,2	7,79	4957,7	7,69	2138,9	5,95	1681,5	8,33	2945,7	6,59	2536,5	8,95	3921,5	7,20	3621,4
8	11,63	7396,0	8,05	5120,3	7,94	2209,1	6,14	1736,7	8,60	3042,3	6,81	2619,7	9,24	4050,1	7,44	3740,2
8,5	11,98	7623,7	8,30	5277,9	8,19	2277,0	6,33	1790,1	8,87	3136,0	7,02	2700,3	9,53	4174,7	7,67	3855,3
9	12,33	7844,7	8,54	5430,9	8,42	2343,1	6,51	1842,0	9,13	3226,9	7,22	2778,6	9,80	4295,8	7,89	3967,1
9,5	12,67	8059,6	8,77	5579,8	8,65	2407,3	6,69	1892,5	9,38	3315,3	7,42	2854,7	10,07	4413,5	8,11	4075,8
10	13,00	8269,0	9,00	5724,7	8,88	2469,8	6,87	1941,7	9,62	3401,4	7,61	2928,9	10,33	4528,1	8,32	4181,6
10,5	13,32	8473,2	9,22	5866,1	9,10	2530,8	7,04	1989,6	9,86	3485,4	7,80	3001,2	10,59	4640,0	8,52	4284,9
11	13,63	8672,6	9,44	6004,1	9,31	2590,3	7,20	2036,4	10,09	3567,4	7,98	3071,8	10,84	4749,2	8,73	4385,7
11,5	13,94	8867,5	9,65	6139,1	9,52	2648,6	7,36	2082,2	10,31	3647,6	8,16	3140,9	11,08	4855,9	8,92	4484,3
12	14,24	9058,3	9,86	6271,1	9,73	2705,5	7,52	2127,0	10,54	3726,1	8,34	3208,4	11,32	4960,3	9,11	4580,8
12,5	14,53	9245,0	10,06	6400,4	9,93	2761,3	7,68	2170,9	10,75	3802,9	8,51	3274,6	11,55	5062,6	9,30	4675,2
13	14,82	9428,1	10,26	6527,2	10,12	2816,0	7,83	2213,9	10,97	3878,2	8,68	3339,4	11,78	5162,9	9,49	4767,8
13,5	15,10	9607,7	10,46	6651,5	10,32	2869,6	7,98	2256,0	11,18	3952,1	8,84	3403,0	12,00	5261,2	9,67	4858,6
14	15,38	9784,0	10,65	6773,6	10,51	2922,3	8,13	2297,4	11,38	4024,6	9,00	3465,5	12,22	5357,8	9,84	4947,8
14,5	15,65	9957,2	10,84	6893,5	10,69	2974,0	8,27	2338,1	11,58	4095,9	9,16	3526,8	12,44	5452,6	10,02	5035,4
15	15,92	10127,4	11,02	7011,3	10,87	3024,9	8,41	2378,1	11,78	4165,9	9,32	3587,1	12,65	5545,8	10,19	5121,4
15,5	16,18	10294,8	11,20	7127,2	11,05	3074,9	8,55	2417,4	11,98	4234,7	9,48	3646,4	12,86	5637,5	10,36	5206,1
16	16,44	10459,6	11,38	7241,2	11,23	3124,1	8,69	2456,0	12,17	4302,5	9,63	3704,8	13,07	5727,7	10,52	5289,4
16,5	16,70	10621,7	11,56	7353,5	11,41	3172,5	8,82	2494,1	12,36	4369,2	9,78	3762,2	13,27	5816,5	10,69	5371,4
17	16,95	10781,5	11,73	7464,1	11,58	3220,2	8,95	2531,6	12,54	4434,9	9,92	3818,8	13,47	5904,0	10,85	5452,2
17,5	17,19	10938,9	11,90	7573,1	11,75	3267,2	9,08	2568,6	12,72	4499,7	10,07	3874,5	13,67	5990,2	11,01	5531,8
18	17,44	11094,1	12,07	7680,5	11,91	3313,6	9,21	2605,0	12,90	4563,5	10,21	3929,5	13,86	6075,1	11,16	5610,3
18,5	17,68	11247,1	12,24	7786,4	12,08	3359,3	9,34	2641,0	13,08	4626,4	10,35	3983,7	14,05	6158,9	11,32	5687,6
19	17,92	11398,1	12,40	7891,0	12,24	3404,4	9,47	2676,4	13,26	4688,5	10,49	4037,2	14,24	6241,6	11,47	5764,0
19,5	18,15	11547,1	12,57	7994,1	12,40	3448,9	9,59	2711,4	13,43	4749,8	10,63	4090,0	14,43	6323,2	11,62	5839,3
20	18,38	11694,2	12,73	8096,0	12,56	3492,8	9,71	2745,9	13,60	4810,3	10,76	4142,1	14,61	6403,8	11,76	5913,7
20,5	18,61	11839,4	12,88	8196,5	12,71	3536,2	9,83	2780,1	13,77	4870,1	10,90	4193,5	14,79	6483,3	11,91	5987,2
21	18,84	11982,9	13,04	8295,9	12,87	3579,1	9,95	2813,8	13,94	4929,1	11,03	4244,3	14,97	6561,9	12,06	6059,8
21,5	19,06	12124,8	13,19	8394,1	13,02	3621,4	10,07	2847,1	14,10	4987,5	11,16	4294,6	15,15	6639,6	12,20	6131,5
22	19,28	12264,9	13,35	8491,1	13,17	3663,3	10,19	2880,0	14,27	5045,1	11,29	4344,2	15,32	6716,3	12,34	6202,4
22,5	19,50	12403,5	13,50	8587,1	13,32	3704,7	10,30	2912,5	14,43	5102,1	11,42	4393,3	15,50	6792,2	12,48	6272,5
23	19,71	12540,6	13,65	8681,9	13,47	3745,6	10,41	2944,7	14,59	5158,5	11,54	4441,9	15,67	6867,3	12,62	6341,8
23,5	19,93	12676,2	13,79	8775,8	13,61	3786,1	10,53	2976,5	14,75	5214,3	11,67	4489,9	15,84	6941,5	12,75	6410,3
24	20,14	12810,3	13,94	8868,7	13,76	3826,2	10,64	3008,0	14,90	5269,5	11,79	4537,4	16,01	7015,0	12,89	6478,2
24,5	20,35	12943,1	14,09	8960,6	13,90	3865,9	10,75	3039,2	15,06	5324,1	11,91	4584,4	16,17	7087,7	13,02	6545,3
25	20,55	13074,5	14,23	9051,6	14,04	3905,1	10,86	3070,1	15,21	5378,1	12,03	4631,0	16,34	7159,6	13,15	6611,8
25,5	20,76	13204,6	14,37	9141,6	14,18	3944,0	10,97	3100,6	15,36	5431,6	12,15	4677,0	16,50	7230,9	13,28	6677,5
26	20,96	13333,4	14,51	9230,8	14,32	3982,4	11,07	3130,9	15,51	5484,6	12,27	4722,7	16,66	7301,4	13,41	6742,7
26,5	21,16	13461,0	14,65	9319,1	14,45	4020,5	11,18	3160,8	15,66	5537,1	12,39	4767,9	16,82	7371,3	13,54	6807,2
27	21,36	13587,4	14,79	9406,7	14,59	4058,3	11,28	3190,5	15,81	5589,1	12,51	4812,6	16,98	7440,5	13,67	6871,1
27,5	21,55	13712,6	14,92	9493,4	14,72	4095,7	11,39	3219,9	15,95	5640,6	12,62	4857,0	17,13	7509,1	13,80	6934,5
28	21,75	13836,7	15,06	9579,3	14,86	4132,8	11,49	3249,0	16,10	5691,7	12,73	4901,0	17,29	7577,0	13,92	6997,2
28,5	21,94	13959,7	15,19	9664,4	14,99	4169,5	11,59	3277,9	16,24	5742,3	12,85	4944,5	17,44	7644,4	14,04	7059,4
29	22,13	14081,6	15,32	9748,8	15,12	4205,9	11,69	3306,6	16,38	5792,4	12,96	4987,7	17,59	7711,2	14,17	7121,1
29,5	22,32	14202,5	15,46	9832,5	15,25	4242,0	11,79	3334,9	16,52	5842,1	13,07	5030,5	17,75	7777,3	14,29	7182,2
30	22,51	14322,4	15,59	9915,5	15,38	4277,8	11,89	3363,1	16,66	5891,4	13,18	5073,0	17,90	7843,0	14,41	7242,8
30,5	22,70	14441,2	15,72	9997,8	15,51	4313,3	11,99	3391,0	16,80	5940,3	13,29	5115,1	18,04	7908,1	14,53	7302,9
31	22,89	14559,1	15,84	10079,4	15,63	4348,5	12,09	3418,7	16,94	5988,8	13,40	5156,8	18,19	7972,6	14,65	7362,5
31,5	23,07	14676,1	15,97	10160,3	15,76	4383,5	12,19	3446,1	17,07	6036,9	13,51	5198,2	18,34	8036,7	14,76	7421,7
32	23,25	14792,1	16,10	10240,7	15,88	4418,1	12,28	3473,4	17,21	6084,6	13,61	5239,3	18,48	8100,2	14,88	7480,3
32,5	23,43	14907,2	16,22	10320,4	16,01	4452,5	12,38	3500,4	17,34	6132,0	13,72	5280,1	18,63	8163,2	15,00	7538,6

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde

n NOVAFORT = 0,009
n NOVALOC = 0,01
n CONCRETO = 0,013

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS TUBERÍAS NOVAFORT-NOVALOC Y LAS TUBERÍAS DE CONCRETO

Material	NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO	
D. Nominal	33"		850mm		36"		900mm		39"		1000mm		42"		1050mm	
D. Interno mm	823,09		838,2		899,03		900		974,98		1000		1050,93		1066,8	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	1,10	586,5	0,86	473,6	1,17	742,1	0,90	572,5	1,23	921,2	0,97	758,2	1,30	1125,2	1,01	900,9
0,2	1,56	829,4	1,21	669,7	1,65	1049,5	1,27	809,6	1,75	1302,8	1,37	1072,2	1,83	1591,3	1,43	1274,0
0,3	1,91	1015,8	1,49	820,2	2,02	1285,3	1,56	991,5	2,14	1595,6	1,67	1313,2	2,25	1949,0	1,75	1560,3
0,4	2,20	1172,9	1,72	947,1	2,34	1484,1	1,80	1144,9	2,47	1842,5	1,93	1516,4	2,59	2250,5	2,02	1801,7
0,5	2,46	1311,4	1,92	1058,9	2,61	1659,3	2,01	1280,1	2,76	2060,0	2,16	1695,3	2,90	2516,1	2,25	2014,4
0,6	2,70	1436,5	2,10	1160,0	2,86	1817,7	2,20	1402,3	3,02	2256,6	2,36	1857,2	3,18	2756,3	2,47	2206,7
0,7	2,92	1551,6	2,27	1252,9	3,09	1963,3	2,38	1514,6	3,26	2437,4	2,55	2006,0	3,43	2977,1	2,67	2383,5
0,8	3,12	1658,8	2,43	1339,4	3,31	2098,9	2,55	1619,2	3,49	2605,7	2,73	2144,5	3,67	3182,7	2,85	2548,0
0,9	3,31	1759,4	2,57	1420,7	3,51	2226,2	2,70	1717,4	3,70	2763,7	2,90	2274,5	3,89	3375,7	3,02	2702,6
1	3,49	1854,6	2,71	1497,5	3,70	2346,6	2,85	1810,3	3,90	2913,2	3,05	2397,6	4,10	3558,3	3,19	2848,8
1,5	4,27	2271,4	3,32	1834,1	4,53	2874,0	3,49	2217,2	4,78	3567,9	3,74	2936,4	5,02	4358,1	3,90	3489,0
2	4,93	2622,8	3,84	2117,8	5,23	3318,7	4,02	2560,2	5,52	4119,9	4,32	3390,7	5,80	5032,2	4,51	4028,8
2,5	5,51	2932,3	4,29	2367,8	5,84	3710,4	4,50	2862,4	6,17	4606,2	4,83	3790,9	6,49	5626,2	5,04	4504,3
3	6,04	3212,2	4,70	2593,7	6,40	4064,5	4,93	3135,6	6,76	5045,8	5,29	4152,7	7,11	6163,2	5,52	4934,3
3,5	6,52	3469,6	5,08	2801,6	6,92	4390,2	5,32	3386,8	7,30	5450,1	5,71	4485,5	7,67	6657,0	5,96	5329,6
4	6,97	3709,1	5,43	2995,0	7,39	4693,3	5,69	3620,6	7,80	5826,4	6,11	4795,2	8,20	7116,7	6,37	5697,6
4,5	7,39	3934,1	5,76	3176,7	7,84	4978,0	6,04	3840,2	8,28	6179,9	6,48	5086,0	8,70	7548,4	6,76	6043,2
5	7,79	4146,9	6,07	3348,5	8,27	5247,3	6,36	4048,0	8,73	6514,1	6,83	5361,2	9,17	7956,7	7,13	6370,1
5,5	8,17	4349,3	6,36	3511,9	8,67	5503,4	6,67	4245,6	9,15	6832,1	7,16	5622,8	9,62	8345,0	7,47	6681,0
6	8,54	4542,7	6,65	3668,1	9,05	5748,1	6,97	4434,3	9,56	7135,9	7,48	5872,8	10,05	8716,1	7,81	6978,1
6,5	8,89	4728,2	6,92	3817,9	9,42	5982,8	7,25	4615,4	9,95	7427,3	7,78	6112,7	10,46	9072,0	8,13	7263,0
7	9,22	4906,7	7,18	3962,0	9,78	6208,6	7,53	4789,6	10,32	7707,6	8,08	6343,4	10,85	9414,5	8,43	7537,2
7,5	9,55	5078,9	7,43	4101,1	10,12	6426,6	7,79	4957,7	10,69	7978,2	8,36	6566,0	11,23	9744,9	8,73	7801,7
8	9,86	5245,5	7,68	4235,6	10,46	6637,3	8,05	5120,3	11,04	8239,8	8,63	6781,4	11,60	10064,5	9,01	8057,6
8,5	10,16	5406,9	7,91	4365,9	10,78	6841,6	8,30	5277,9	11,38	8493,4	8,90	6990,1	11,96	10374,2	9,29	8305,6
9	10,46	5563,7	8,14	4492,5	11,09	7039,9	8,54	5430,9	11,71	8739,6	9,16	7192,7	12,31	10675,0	9,56	8546,4
9,5	10,74	5716,2	8,36	4615,6	11,39	7232,9	8,77	5579,8	12,03	8979,1	9,41	7389,8	12,64	10967,5	9,82	8780,6
10	11,02	5864,7	8,58	4735,5	11,69	7420,7	9,00	5724,7	12,34	9212,4	9,65	7581,8	12,97	11252,4	10,08	9008,7
10,5	11,29	6009,5	8,79	4852,5	11,98	7604,0	9,22	5866,1	12,64	9439,9	9,89	7769,0	13,29	11530,3	10,33	9231,2
11	11,56	6150,9	9,00	4966,6	12,26	7782,9	9,44	6004,1	12,94	9662,0	10,12	7951,9	13,61	11801,7	10,57	9448,4
11,5	11,82	6289,1	9,20	5078,3	12,54	7957,9	9,65	6139,1	13,23	9879,2	10,35	8130,6	13,91	12066,9	10,81	9660,7
12	12,07	6424,4	9,40	5187,5	12,81	8129,0	9,86	6271,1	13,52	10091,7	10,57	8305,5	14,21	12326,4	11,04	9868,5
12,5	12,32	6556,9	9,59	5294,5	13,07	8296,6	10,06	6400,4	13,80	10299,8	10,79	8476,7	14,50	12580,6	11,27	10072,0
13	12,57	6686,7	9,78	5399,3	13,33	8461,0	10,26	6527,2	14,07	10503,7	11,01	8644,6	14,79	12829,8	11,49	10271,5
13,5	12,81	6814,1	9,97	5502,2	13,58	8622,1	10,46	6651,5	14,34	10703,8	11,22	8809,3	15,07	13074,2	11,71	10467,1
14	13,04	6939,2	10,15	5603,1	13,83	8780,3	10,65	6773,6	14,60	10900,2	11,42	8970,9	15,35	13314,1	11,93	10659,2
14,5	13,27	7062,0	10,33	5702,3	14,08	8935,8	10,84	6893,5	14,86	11093,2	11,62	9129,7	15,62	13549,7	12,14	10847,9
15	13,50	7182,7	10,51	5799,8	14,32	9088,5	11,02	7011,3	15,11	11282,8	11,82	9285,8	15,89	13781,4	12,34	11033,3
15,5	13,72	7301,4	10,68	5895,7	14,55	9238,8	11,20	7127,2	15,36	11469,3	12,02	9439,3	16,15	14009,2	12,55	11215,7
16	13,94	7418,3	10,86	5990,0	14,79	9386,6	11,38	7241,2	15,61	11652,8	12,21	9590,3	16,41	14233,3	12,75	11395,2
16,5	14,16	7533,3	11,02	6082,9	15,02	9532,1	11,56	7353,5	15,85	11833,5	12,40	9739,0	16,66	14454,0	12,95	11571,9
17	14,37	7646,6	11,19	6174,4	15,24	9675,5	11,73	7464,1	16,09	12011,5	12,59	9885,5	16,91	14671,4	13,14	11745,9
17,5	14,58	7758,2	11,35	6264,5	15,46	9816,7	11,90	7573,1	16,32	12186,8	12,77	10029,8	17,16	14885,6	13,33	11917,4
18	14,79	7868,3	11,51	6353,4	15,68	9956,0	12,07	7680,5	16,55	12359,7	12,95	10172,1	17,40	15096,7	13,52	12086,4
18,5	14,99	7976,8	11,67	6441,0	15,90	10093,3	12,24	7786,4	16,78	12530,2	13,13	10312,4	17,64	15305,0	13,71	12253,1
19	15,19	8083,9	11,83	6527,5	16,11	10228,8	12,40	7891,0	17,01	12698,4	13,31	10450,8	17,88	15510,4	13,89	12417,6
19,5	15,39	8189,6	11,98	6612,8	16,32	10362,5	12,57	7994,1	17,23	12864,4	13,48	10587,4	18,11	15713,2	14,07	12579,9
20	15,59	8293,9	12,14	6697,0	16,53	10494,5	12,73	8096,0	17,45	13028,3	13,65	10722,3	18,35	15913,4	14,25	12740,2
20,5	15,78	8396,9	12,29	6780,2	16,74	10624,9	12,88	8196,5	17,67	13190,1	13,82	10855,5	18,57	16111,0	14,43	12898,5
21	15,97	8498,7	12,44	6862,4	16,94	10753,7	13,04	8295,9	17,88	13350,0	13,99	10987,1	18,80	16306,3	14,61	13054,8
21,5	16,16	8599,3	12,58	6943,6	17,14	10881,0	13,19	8394,1	18,09	13508,0	14,15	11117,1	19,02	16499,3	14,78	13209,3
22	16,35	8698,7	12,73	7023,9	17,34	11006,7	13,35	8491,1	18,30	13664,2	14,32	11245,6	19,24	16690,1	14,95	13362,0
22,5	16,53	8797,0	12,87	7103,3	17,53	11131,1	13,50	8587,1	18,51	13818,6	14,48	11372,7	19,46	16878,7	15,12	13513,0
23	16,72	8894,2	13,02	7181,8	17,73	11254,1	13,65	8681,9	18,71	13971,3	14,64	11498,4	19,67	17065,2	15,29	13662,3
23,5	16,90	8990,4	13,16	7259,4	17,92	11375,8	13,79	8775,8	18,92	14122,3	14,80	11622,7	19,89	17249,7	15,45	13810,0
24	17,08	9085,5	13,29	7336,2	18,11	11496,2	13,94	8868,7	19,12	14271,8	14,96	11745,7	20,10	17432,2	15,61	13956,2
24,5	17,25	9179,6	13,43	7412,2	18,30	11615,3	14,09	8960,6	19,31	14419,7	15,11	11867,4	20,30	17612,9	15,78	14100,8
25	17,43	9272,8	13,57	7487,5	18,48	11733,2	14,23	9051,6	19,51	14566,0	15,26	11987,9	20,51	17791,7	15,94	14244,0
25,5	17,60	9365,1	13,70	7562,0	18,67	11850,0	14,37	9141,6	19,70	14711,0	15,42	12107,2	20,71	17968,7	16,09	14385,7
26	17,77	9456,5	13,84	7635,8	18,85	11965,6	14,51	9230,8	19,90	14854,5	15,57	12225,3	20,92	18144,0	16,25	14526,1
26,5	17,94	9547,0	13,97	7708,9	19,03	12080,1	14,65	9319,1	20,09	14996,7	15,71	12342,3	21,12	18317,6	16,41	14665,1
27	18,11	9636,6	14,10	7781,2	19,21	12193,5	14,79	9406,7	20,28	15137,5	15,86	12458,2	21,32	18489,6	16,56	14802,8
27,5	18,28	9725,4	14,23	7853,0	19,39	12305,9	14,92	9493,4	20,46	15277,0	16,01	12573,0	21,51	18660,1	16,71	14939,2
28	18,44	9813,5	14,36	7924,0	19,56	12417,3	15,06	9579,3	20,65	15415,3	16,15	12686,8	21,71	18828,9	16,86	15074,4
28,5	18,61	9900,7	14,49	7994,5	19,73	12527,7	15,19	9664,4	20,83	15552,3	16,30	12799,6	21,90	18996,3	17,01	15208,4
29	18,77	9987,2	14,61	8064,3	19,91	12637,1	15,32	9748,8	21,01	15688,1	16,44	12911,4	22,09	19162,2	17,16	15341,2
29,5	18,93	10072,9	14,74	8133,5	20,08	12745,6	15,46	9832,5	21,19	15822,8	16,58	13022,2	22,28	19326,7	17,31	15472,9
30	19,09	10157,9	14,86	8202,1	20,25	12853,1	15,59	9915,5	21,37	15956,3	16,72	13132,1	22,47	19489,8	17,46	15603,5
30,5	19,25	10242,2	14,99	8270,2	20,42	12959,8	15,72	9997,8	21,55	16088,7	16,86	13241,1	22,65	19651,5	17,60	15733,0
31	19,41	10325,8	15,11	8337,7	20,58	13065,6	15,84	10079,4	21,73	16220,1	17,00	13349,2	22,84	19812,0	17,75	15861,4
31,5	19,56	10408,7	15,23	8404,7	20,75	13170,5	15,97	10160,3	21,90	16350,3	17,13	13456,4	23,02	19971,1	17,89	15988,8
32	19,72	10491,0	15,35	8471,1	20,91	13274,6	16,10	10240,7	22,07	16479,6	17,27	13562,8	23,21	20129,0	18,03	16115,2
32,5	19,87	10572,7	15,47	8537,1	21,07	13377,9	16,22	10320,4	22,24	16607,9	17,40	13668,3	23,39	20285,6	18,17	16240,6

CAUDAL Y VELOCIDAD A TUBO LLENO

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde

n NOVAFORT	= 0,009
n NOVALOC	= 0,01
n CONCRETO	= 0,013

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS TUBERÍAS NOVAFORT-NOVALOC Y LAS TUBERÍAS DE CONCRETO

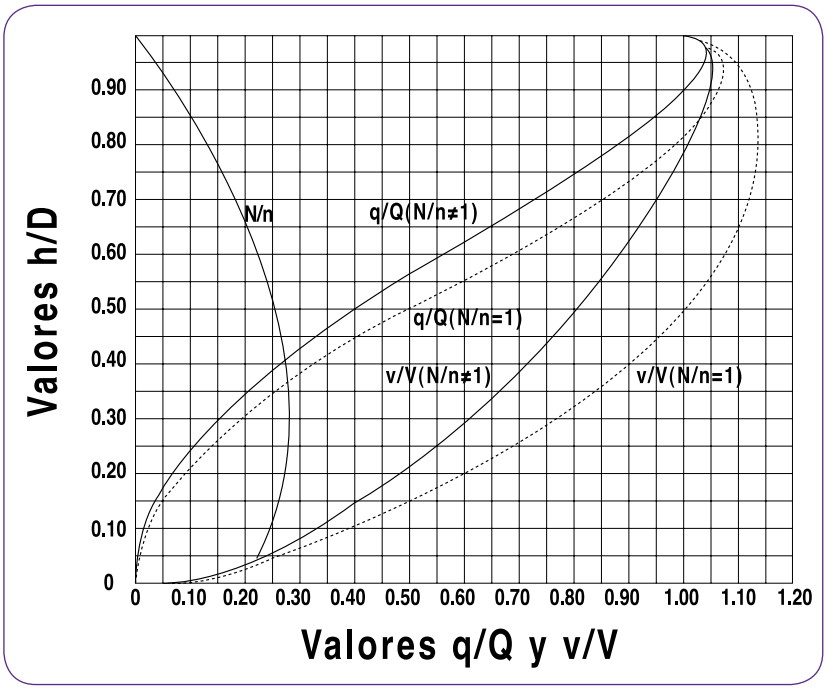
Material	NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO		NOVALOC		CONCRETO	
D. Nominal	45"		1100mm		48"		1200mm		51"		1300mm		54"		1400mm	
D. Interno mm	1127		1100		1202,94		1200		1295		1300		1355,09		1400	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	1,36	1355,8	1,03	977,6	1,42	1613,2	1,09	1232,9	1,49	1963,8	1,15	1526,2	1,54	2216,3	1,21	1859,7
0,2	1,92	1917,3	1,45	1382,5	2,01	2281,5	1,54	1743,6	2,11	2777,3	1,63	2158,4	2,17	3134,3	1,71	2630,0
0,3	2,35	2348,2	1,78	1693,2	2,46	2794,2	1,89	2135,4	2,58	3401,4	1,99	2643,5	2,66	3838,8	2,09	3221,1
0,4	2,72	2711,5	2,06	1955,2	2,84	3226,5	2,18	2465,8	2,98	3927,6	2,30	3052,5	3,07	4432,6	2,42	3719,4
0,5	3,04	3031,6	2,30	2185,9	3,17	3607,3	2,44	2756,8	3,33	4391,2	2,57	3412,8	3,44	4955,8	2,70	4158,5
0,6	3,33	3320,9	2,52	2394,6	3,48	3951,6	2,67	3019,9	3,65	4810,4	2,82	3738,5	3,76	5428,8	2,96	4555,4
0,7	3,60	3587,0	2,72	2586,4	3,76	4268,2	2,88	3261,9	3,94	5195,8	3,04	4038,0	4,07	5863,8	3,20	4920,4
0,8	3,84	3834,6	2,91	2765,0	4,01	4562,9	3,08	3487,1	4,22	5554,5	3,25	4316,9	4,35	6268,7	3,42	5260,1
0,9	4,08	4067,3	3,09	2932,7	4,26	4839,7	3,27	3698,7	4,47	5891,5	3,45	4578,7	4,61	6648,9	3,62	5579,2
1	4,30	4287,3	3,25	3091,4	4,49	5101,5	3,45	3898,7	4,71	6210,2	3,64	4826,4	4,86	7008,6	3,82	5881,0
1,5	5,26	5250,8	3,98	3786,2	5,50	6248,1	4,22	4774,9	5,77	7605,9	4,45	5911,1	5,95	8583,8	4,68	7202,7
2	6,08	6063,1	4,60	4371,9	6,35	7214,7	4,88	5513,6	6,67	8782,5	5,14	6825,5	6,87	9911,7	5,40	8316,9
2,5	6,80	6778,8	5,14	4887,9	7,10	8066,2	5,45	6164,4	7,45	9819,1	5,75	7631,2	7,68	11081,6	6,04	9298,6
3	7,44	7425,8	5,63	5354,4	7,77	8836,1	5,97	6752,8	8,17	10756,3	6,30	8359,5	8,42	12139,3	6,62	10186,1
3,5	8,04	8020,7	6,09	5783,5	8,40	9544,1	6,45	7293,9	8,82	11618,1	6,80	9029,3	9,09	13111,9	7,15	11002,3
4	8,60	8574,5	6,51	6182,8	8,98	10203,1	6,89	7797,5	9,43	12420,3	7,27	9652,8	9,72	14017,2	7,64	11761,9
4,5	9,12	9094,7	6,90	6557,8	9,52	10822,0	7,31	8270,5	10,00	13173,7	7,71	10238,3	10,31	14867,5	8,10	12475,4
5	9,61	9586,6	7,27	6912,6	10,04	11407,4	7,71	8717,8	10,54	13886,3	8,13	10792,1	10,87	15671,7	8,54	13150,2
5,5	10,08	10054,5	7,63	7250,0	10,53	11964,1	8,08	9143,3	11,06	14564,1	8,53	11318,9	11,40	16436,6	8,96	13792,1
6	10,53	10501,6	7,97	7572,3	11,00	12496,1	8,44	9549,9	11,55	15211,7	8,91	11822,2	11,90	17167,5	9,36	14405,3
6,5	10,96	10930,4	8,29	7881,5	11,44	13006,4	8,79	9939,9	12,02	15832,9	9,27	12304,9	12,39	17868,5	9,74	14993,6
7	11,37	11343,0	8,61	8179,0	11,88	13497,4	9,12	10315,1	12,47	16430,5	9,62	12769,4	12,86	18543,0	10,11	15559,5
7,5	11,77	11741,2	8,91	8466,1	12,29	13971,1	9,44	10677,1	12,91	17007,2	9,96	13217,6	13,31	19193,9	10,46	16105,7
8	12,16	12126,2	9,20	8743,8	12,70	14429,3	9,75	11027,3	13,34	17565,0	10,28	13651,1	13,75	19823,3	10,81	16633,9
8,5	12,53	12499,4	9,48	9012,9	13,09	14873,4	10,05	11366,7	13,75	18105,6	10,60	14071,2	14,17	20433,4	11,14	17145,8
9	12,89	12861,8	9,76	9274,2	13,47	15304,6	10,34	11696,2	14,14	18630,5	10,91	14479,2	14,58	21025,8	11,46	17642,9
9,5	13,25	13214,2	10,03	9528,3	13,84	15724,0	10,63	12016,7	14,53	19141,0	11,21	14875,9	14,98	21602,0	11,78	18126,3
10	13,59	13557,5	10,29	9775,8	14,19	16132,5	10,90	12328,9	14,91	19638,2	11,50	15262,4	15,37	22163,2	12,08	18597,2
10,5	13,93	13892,3	10,54	10017,2	14,55	16530,8	11,17	12633,3	15,28	20123,2	11,78	15639,3	15,75	22710,5	12,38	19056,5
11	14,25	14219,2	10,79	10253,0	14,89	16919,9	11,43	12930,6	15,64	20596,8	12,06	16007,3	16,12	23244,9	12,67	19504,9
11,5	14,57	14538,8	11,03	10483,4	15,22	17300,1	11,69	13221,2	15,99	21059,7	12,33	16367,1	16,48	23767,3	12,96	19943,3
12	14,89	14851,5	11,27	10708,9	15,55	17672,2	11,94	13505,6	16,33	21512,6	12,60	16719,1	16,83	24278,5	13,23	20372,2
12,5	15,19	15157,8	11,50	10929,7	15,87	18036,6	12,19	13784,1	16,67	21956,2	12,86	17063,9	17,18	24779,2	13,51	20792,3
13	15,50	15458,0	11,73	11146,2	16,18	18393,8	12,43	14057,1	17,00	22391,0	13,11	17401,8	17,52	25269,9	13,77	21204,1
13,5	15,79	15752,4	11,95	11358,5	16,49	18744,2	12,67	14324,8	17,32	22817,6	13,36	17733,3	17,86	25751,3	14,04	21608,0
14	16,08	16041,5	12,17	11566,9	16,80	19088,2	12,90	14587,7	17,64	23236,3	13,61	18058,7	18,18	26223,8	14,29	22004,5
14,5	16,37	16325,4	12,39	11771,7	17,09	19426,0	13,13	14845,9	17,95	23647,6	13,85	18378,3	18,51	26688,0	14,55	22394,0
15	16,65	16604,5	12,60	11972,9	17,38	19758,1	13,35	15099,7	18,26	24051,8	14,08	18692,5	18,82	27144,2	14,80	22776,8
15,5	16,92	16879,0	12,81	12170,8	17,67	20084,7	13,57	15349,3	18,56	24449,4	14,32	19001,5	19,13	27592,9	15,04	23153,3
16	17,19	17149,1	13,01	12365,6	17,95	20406,1	13,79	15594,9	18,86	24840,6	14,54	19305,5	19,44	28034,4	15,28	23523,8
16,5	17,46	17415,0	13,21	12557,3	18,23	20722,5	14,00	15836,7	19,15	25225,8	14,77	19604,9	19,74	28469,1	15,52	23888,6
17	17,72	17676,8	13,41	12746,1	18,51	21034,1	14,21	16074,9	19,44	25605,1	14,99	19899,7	20,04	28897,2	15,75	24247,8
17,5	17,98	17934,9	13,61	12932,2	18,78	21341,2	14,42	16309,6	19,72	25979,0	15,21	20190,2	20,33	29319,1	15,98	24601,8
18	18,23	18189,3	13,80	13115,7	19,04	21644,0	14,63	16540,9	20,00	26347,5	15,43	20476,6	20,62	29735,0	16,21	24950,8
18,5	18,49	18440,2	13,99	13296,6	19,31	21942,5	14,83	16769,1	20,28	26710,9	15,64	20759,1	20,90	30145,2	16,43	25295,0
19	18,73	18687,8	14,18	13475,1	19,57	22237,1	15,03	16994,2	20,55	27069,4	15,85	21037,7	21,18	30549,8	16,65	25634,5
19,5	18,98	18932,0	14,36	13651,2	19,82	22527,7	15,22	17216,3	20,82	27423,3	16,06	21312,7	21,46	30949,2	16,87	25969,6
20	19,22	19173,2	14,55	13825,1	20,07	22814,7	15,42	17435,7	21,09	27772,7	16,26	21584,3	21,73	31343,4	17,09	26300,4
20,5	19,46	19411,4	14,73	13996,9	20,32	23098,2	15,61	17652,3	21,35	28117,7	16,46	21852,4	22,00	31732,8	17,30	26627,2
21	19,69	19646,7	14,91	14166,5	20,57	23378,1	15,80	17866,2	21,61	28458,5	16,66	22117,3	22,27	32117,5	17,51	26949,9
21,5	19,93	19879,2	15,08	14334,2	20,81	23654,8	15,98	18077,7	21,86	28795,3	16,86	22379,0	22,53	32497,6	17,71	27268,9
22	20,16	20109,1	15,26	14499,9	21,05	23928,3	16,17	18286,7	22,11	29128,2	17,06	22637,8	22,79	32873,3	17,92	27584,1
22,5	20,39	20336,3	15,43	14663,7	21,29	24198,7	16,35	18493,3	22,36	29457,4	17,25	22893,6	23,05	33244,7	18,12	27895,8
23	20,61	20561,0	15,60	14825,8	21,53	24466,1	16,53	18697,7	22,61	29782,9	17,44	23146,5	23,31	33612,1	18,32	28204,1
23,5	20,83	20783,3	15,77	14986,1	21,76	24730,6	16,71	18899,8	22,86	30104,9	17,63	23396,8	23,56	33975,5	18,52	28509,0
24	21,05	21003,2	15,94	15144,7	21,99	24992,3	16,89	19099,8	23,10	30423,4	17,81	23644,4	23,81	34335,0	18,72	28810,7
24,5	21,27	21220,9	16,10	15301,6	22,22	25251,3	17,06	19297,7	23,34	30738,7	18,00	23889,4	24,05	34690,8	18,91	29109,2
25	21,49	21436,3	16,26	15456,9	22,44	25507,7	17,24	19493,7	23,57	31050,8	18,18	24131,9	24,30	35043,0	19,10	29404,8
25,5	21,70	21649,6	16,43	15610,8	22,67	25761,5	17,41	19687,6	23,81	31359,8	18,36	24372,1	24,54	35391,7	19,29	29697,4
26	21,91	21860,8	16,59	15763,1	22,89	26012,8	17,58	19879,7	24,04	31665,7	18,54	24609,8	24,78	35737,0	19,48	29987,1
26,5	22,12	22070,0	16,75	15913,9	23,11	26261,7	17,75	20069,9	24,27	31968,7	18,72	24845,3	25,02	36079,0	19,67	30274,1
27	22,33	22277,3	16,90	16063,3	23,32	26508,3	17,91	20258,4	24,50	32268,9	18,89	25078,6	25,25	36417,8	19,85	30558,3
27,5	22,54	22482,6	17,06	16211,4	23,54	26752,7	18,08	20445,1	24,73	32566,3	19,07	25309,8	25,48	36753,4	20,03	30840,0
28	22,74	22686,1	17,21	16358,1	23,75	26994,8	18,24	20630,1	24,95	32861,1	19,24	25538,8	25,71	37086,1	20,22	31119,1
28,5	22,94	22887,7	17,37	16503,5	23,96	27234,7	18,40	20813,5	25,17	33153,2	19,41	25765,9	25,94	37415,7	20,40	31395,7
29	23,14	23087,6	17,52	16647,6	24,17	27472,6	18,56	20995,3	25,39	33442,7	19,58	25990,9	26,17	37742,5	20,57	31669,9
29,5	23,34	23285,8	17,67	16790,5	24,38	27708,4	18,72	21175,5	25,61	33729,8	19,75	26214,0	26,39	38066,5	20,75	31941,8
30	23,54	23482,3	17,82	16932,2	24,59	27942,2	18,88	21354,2	25,82	34014,4	19,92	26435,2	26,62	38387,7	20,92	32211,3
30,5	23,74	23677,2	17,97	17072,8	24,79	28174,1	19,04	21531,4	26,04	34296,7	20,08	26654,6	26,84	38706,3	21,10	32478,6
31	23,93	23870,5	18,11	17212,1	24,99	28404,1	19,19	21707,2	26,25	34576,7	20,25	26872,2	27,06	39022,3	21,27	32743,8
31,5	24,12	24062,2	18,26	17350,4	25,19	28632,3	19,35	21881,6	26,46	34854,4	20,41	27088,0	27,27	39335,7	21,44	33006,8
32	24,31	24252,4	18,40	17487,5	25,39	28858,6	19,50	22054,5	26,67	35130,0	20,57	27302,2	27,49	39646,7	21,61	33267,7
32,5	24,50	24441,2	18,54	17623,6	25,59	29083,2	19,65	22226,2	26,88	35403,3	20,73	27514,6	27,70	39955,2	21,78	33526,6

Material	NOVALOC		CONCRETO	
D. Nominal	60"		1500mm	
D. Interno mm	1507,24		1500	
Pendiente %	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
0,1	1,65	2943,5	1,26	2235,4
0,2	2,33	4162,8	1,79	3161,3
0,3	2,86	5098,4	2,19	3871,8
0,4	3,30	5887,1	2,53	4470,7
0,5	3,69	6582,0	2,83	4998,4
0,6	4,04	7210,2	3,10	5475,5
0,7	4,36	7787,9	3,35	5914,2
0,8	4,67	8325,6	3,58	6322,6
0,9	4,95	8830,6	3,79	6706,1
1	5,22	9308,3	4,00	7068,9
1,5	6,39	11400,3	4,90	8657,6
2	7,38	13163,9	5,66	9996,9
2,5	8,25	14717,7	6,32	11176,9
3	9,04	16122,4	6,93	12243,6
3,5	9,76	17414,2	7,48	13224,6
4	10,43	18616,6	8,00	14137,7
4,5	11,07	19745,9	8,49	14995,3
5	11,67	20814,0	8,94	15806,5
5,5	12,23	21829,9	9,38	16578,0
6	12,78	22800,5	9,80	17315,1
6,5	13,30	23731,6	10,20	18022,1
7	13,80	24627,4	10,58	18702,5
7,5	14,29	25491,8	10,95	19358,9
8	14,76	26327,8	11,31	19993,8
8,5	15,21	27138,1	11,66	20609,1
9	15,65	27924,9	12,00	21206,6
9,5	16,08	28690,1	12,33	21787,7
10	16,50	29435,4	12,65	22353,7
10,5	16,90	30162,3	12,96	22905,8
11	17,30	30872,1	13,27	23444,8
11,5	17,69	31565,9	13,57	23971,7
12	18,07	32244,8	13,86	24487,3
12,5	18,44	32909,8	14,14	24992,2
13	18,81	33561,5	14,42	25487,2
13,5	19,17	34200,8	14,70	25972,7
14	19,52	34828,4	14,97	26449,3
14,5	19,87	35444,9	15,23	26917,4
15	20,21	36050,8	15,49	27377,6
15,5	20,54	36646,8	15,75	27830,2
16	20,87	37233,1	16,00	28275,5
16,5	21,19	37810,4	16,25	28713,9
17	21,51	38379,0	16,49	29145,7
17,5	21,82	38939,3	16,73	29571,2
18	22,13	39491,7	16,97	29990,7
18,5	22,44	40036,4	17,21	30404,4
19	22,74	40573,9	17,44	30812,5
19,5	23,04	41104,3	17,66	31215,3
20	23,33	41627,9	17,89	31612,9
20,5	23,62	42145,1	18,11	32005,7
21	23,91	42655,9	18,33	32393,6
21,5	24,19	43160,7	18,55	32777,0
22	24,47	43659,7	18,76	33155,9
22,5	24,75	44153,1	18,97	33530,6
23	25,02	44641,0	19,18	33901,1
23,5	25,29	45123,6	19,39	34267,6
24	25,56	45601,1	19,60	34630,2
24,5	25,82	46073,7	19,80	34989,1
25	26,08	46541,4	20,00	35344,3
25,5	26,34	47004,5	20,20	35696,0
26	26,60	47463,1	20,40	36044,3
26,5	26,86	47917,3	20,59	36389,2
27	27,11	48367,3	20,79	36730,9
27,5	27,36	48813,1	20,98	37069,5
28	27,61	49254,8	21,17	37404,9
28,5	27,85	49692,6	21,36	37737,4
29	28,09	50126,6	21,54	38067,0
29,5	28,34	50556,9	21,73	38393,8
30	28,57	50983,6	21,91	38717,8
30,5	28,81	51406,7	22,09	39039,1
31	29,05	51826,3	22,27	39357,8
31,5	29,28	52242,6	22,45	39673,9
32	29,51	52655,6	22,63	39987,6
32,5	29,74	53065,4	22,80	40298,7

RESUMEN COMPARACIÓN CAPACIDAD HIDRÁULICA TUBERÍAS PVC VS CONCRETO

Material	D. Nominal (mm-pulg)	D. Interno (mm)	Mayor Capacidad Hidráulica del PVC
NOVAFORT	160	145	31,96%
CONCRETO	150	150	
NOVAFORT	200	182	12,33%
CONCRETO	200	200	
NOVAFORT	250	227	11,70%
CONCRETO	250	250	
NOVAFORT	315	284	24,80%
CONCRETO	300	300	
NOVAFORT	355	327	20,50%
CONCRETO	350	350	
NOVAFORT	400	362	10,69%
CONCRETO	400	400	
NOVAFORT	450	407	10,51%
CONCRETO	450	450	
NOVAFORT	500	452	10,36%
CONCRETO	500	500	
NOVAFORT	24"	595	41,26%
CONCRETO	600	600	
NOVAFORT	27"	670	28,52%
CONCRETO	700	700	
NOVAFORT	30"	747	20,31%
CONCRETO	800	800	
NOVAFORT	33"	824	38,01%
CONCRETO	850	838,2	
NOVALOC	36"	900	44,44%
CONCRETO	900	900	
NOVALOC	24"	595,12	27,20%
CONCRETO	600	600	
NOVALOC	27"	671,01	16,13%
CONCRETO	700	700	
NOVALOC	30"	747,01	8,29%
CONCRETO	800	800	
NOVALOC	33"	823,09	23,84%
CONCRETO	850	838,2	
NOVALOC	36"	899,03	29,63%
CONCRETO	900	900	
NOVALOC	39"	974,98	21,51%
CONCRETO	1000	1000	
NOVALOC	42"	1050,93	24,91%
CONCRETO	1050	1066,8	
NOVALOC	45"	1127	38,68%
CONCRETO	1100	1100	
NOVALOC	48"	1203	30,87%
CONCRETO	1200	1200	
NOVALOC	51"	1295	28,67%
CONCRETO	1300	1300	
NOVALOC	54"	1355	19,15%
CONCRETO	1400	1400	
NOVALOC	60"	1507	31,62%
CONCRETO	1500	1500	

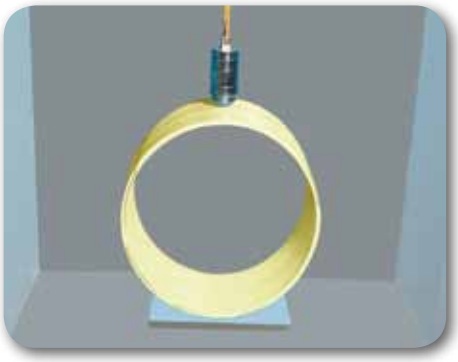
Cuadro Gráfico de Elementos Hidráulicos en Conjunto Circular



5. Resistencia al Impacto

De acuerdo con las normas NTC 3722-1, NTC 5055 y NTC 5070 se hacen ensayos que dan como resultado una resistencia al impacto de 220lb.pie sin presentar fractura.

Esta característica permite la manipulación durante el transporte e instalación sin presentar roturas ni daños, disminuyendo el desperdicio en obra.



6. Facilidad de Instalación y Mantenimiento

Tubos más largos y livianos permiten un manejo fácil y rápido en la etapa de transporte, almacenamiento e instalación.

- Reducción de costos en transporte y equipos
- Facilidad y rapidez de manipulación e instalación. Altos rendimientos
- Reducción del personal necesario y de equipos pesados en obra
- Reducción del riesgo de accidentes de trabajo

COMPARATIVO DE PESO NOVAFORT VS. OTROS MATERIALES

Diámetro Nominal	NOVAFORT	W-Reten	Gres	Concreto Clase 1
mm	Peso en kg/m			
110	0.96	1.49	12	
160	1.84	2.85	26	35.20
200	2.66	5.12	40	62.40
250	3.87	7.89	60	78.40
315	5.69	11.33	74	97.60
400	8.82		120	149.60
450	11.82		146	200.80
500	14.27		230	260.00

COMPARATIVO DE PESO NOVALOC Y NOVAFORT VS. OTROS MATERIALES

Diámetro Nominal	NOVALOC NOVAFORT	Concreto Clase 1 *	Concreto Clase II	Gres	GRP RS 2.5
pulg	Peso en kg/m				
24	14.28-16.74	392	392	280	31
27	17.26-19.98	504	508	485	42
30	25.85-24-95	632	636	390	55
33	28.35-33.25		792 *		
36	39.60-36.72	788	792 *		69
39	54.77	988	996		85
42	58.83		1,116 **		
45	62.89		1,116 **		
48	85.28		1,312		122
51	91.48		1,456 ***		
54	95.52		1,556 ****		166 ***
60	113.32		1,784		

* Tubería de 36" / ** Tubería de 44" / *** Tubería de 52" / **** Tubería de 56"

Los Tubosistemas **para Alcantarillado PAVCO** se ofrecen con unión mecánica con hidrosello de caucho para facilidad y seguridad en la instalación. NOVAFORT, con sistema de ensamble Campana - Espigo y NOVALOC, tubos con extremo liso y uniones del mismo material. Los hidrosellos son instalados en fábrica, fáciles de acoplar. No necesitan soldaduras.

El diseño de la unión facilita con un mínimo de trabajo de campo el ensamble seguro y hermético. Cada tubo instalado son 6m y/o 6.5m de tubería instalada.

Su pared interna lisa causa menores pérdidas de carga, pues su rugosidad permite con menores pendientes velocidad de autolimpieza que dificulta la adhesión de materiales a la pared de tubo, lo que se traduce en menores costos de mantenimiento.

Con los Tubosistemas **para Alcantarillado PAVCO** se pueden usar tanto sistemas convencionales como las modernas tecnologías de limpieza, inspección y mantenimiento, sin perjuicio en la integridad de los mismos.

El mantenimiento preventivo debe ser el estipulado por la Empresa de Servicios Públicos que opera el alcantarillado y como indicado antes, pueden usarse los equipos de inspección y limpieza usualmente dedicados a estas actividades.

Para mantenimiento correctivo, según sea el caso del daño específico, puede consultarse con PAVCO en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este Manual.

RENDIMIENTOS DE INSTALACION

TUBERIA NOVAFORT

Diámetro Nominal	Rendimiento Instalación		Peso	
mm	Tubos/día	m/día	kg/m	kg/Tubo 6m
110	20	120	0.96	5.76
160	20	120	1.84	11.04
200	15	90	2.66	15.96
250	15	90	3.87	23.22
315	15	90	5.69	34.14
400	10	60	8.82	52.92
450	10	60	11.82	70.92
500	10	60	14.27	85.62

Cuadrilla NOVAFORT: 1 Oficial Tubero + 1 Ayudante

TUBERIA CONCRETO CLASE 1

Diámetro Nominal	Rendimiento Instalación		Peso		Tipo Cuadrilla y Equipo
pulg.	Tubos/día	m/día	kg/m	kg/Tubo 1.25m	
4	20	25			
6	20	25	35.20	44	1
8	15	19	62.40	78	1
10	10	13	78.40	98	1
12	10	13	97.60	122	2
16	6	8	149.60	187	2
18	6	8	200.80	251	2
20	6	8	260.00	325	2

Cuadrilla 1 Concreto: 1 Oficial Tubero + 1 Ayudante
Cuadrilla 2 Concreto: 1 Oficial Tubero + 2 Ayudantes
Equipo 2 Concreto: Grúa o Retro < 1 tonelada

RENDIMIENTOS DE INSTALACION

TUBERIA NOVALOC-NOVAFORT

Diámetro Nominal	Rendimiento Instalación		Peso
pulg	Tubos/día	m/día	kg/tubo 6.5m
24**	6	39.00	102-109
27**	6	39.00	137-130
30**	6	39.00	161-162
33**	6	39.00	176
36**	5	32.50	250
39	5	32.50	357
42	5	32.50	383
45	4	24.00	378 *
48	4	24.00	508 *
51	3	18.00	545 *
54	3	18.00	569 *
60	3	18.00	630 *

Cuadrilla NOVALOC: 1 Oficial Tubero + 2 Ayudantes
Equipo: Grúa o Retro < 1 ton
*Peso Kg/tubo 6.0 m
** También NOVAFORT

TUBERIA CONCRETO CLASE II

Diámetro Nominal	Rendimiento		Peso	Tipo Equipo
pulg	Tubo/día	m/día	kg/tubo 2.5m	
24	6	15.00	980	3
27	6	15.00	1270	3
30	6	15.00	1590	3
36	5	12.50	1980	3
40	5	12.50	2490	3
44	4	10.00	2790	4
48	4	10.00	3280	4
52	3	7.50	3640	4
56	3	7.50	3890	4
60	3	7.50	4460	4

Cuadrilla: 1 Oficial Tubero + 2 Ayudantes
Equipo 3 Concreto: Grúa o Retro 1 ton - 3 ton
Equipo 4 Concreto: Grúa o Retro 3 ton - 5 ton

Como Definir el Producto

De DURABILIDAD SUPERIOR

Por su alta resistencia a la corrosión, a la abrasión y su resistencia química. La vida útil estimada es de 50 años.*

*Esta información no es una Garantía de Producto dado que PAVCO no ejerce control sobre todos los aspectos que se presentan en la instalación y que afectan directamente el desempeño y la vida útil del producto.

De CAPACIDAD HIDRÁULICA
SUPERIOR QUE OTRAS TUBERIAS TRADICIONALES

Por la baja rugosidad de sus paredes.

NOVAFORT
NOVALOC
Tubosistemas para Alcantarillado

PAVCO

De COSTO INSTALADO
MUY COMPETITIVO

Por el alto rendimiento de instalación obtenido con equipo y personal mínimos debido a su bajo peso, facilidad de manejo y sistema de unión.

Menor volúmen de excavación y relleno, pues los anchos de zanja requeridos son menores y su capacidad hidráulica permite menores pendientes.
Su combinación única de rigidez y hermeticidad, permite utilizar rellenos económicos sin riesgo de infiltración ni colapso.

De EXCELENTE ESTABILIDAD
ESTRUCTURAL

En el largo plazo, derivada de su rigidez, de la hermeticidad del sistema y de su flexibilidad.

1.Deflexiones

La considerable profundidad a la cual se entierran las Tuberías de alcantarillado constituyen el principal factor que influye en la magnitud de las deflexiones de la Tubería y por lo tanto, en las especificaciones de su instalación. Adicionalmente, el comportamiento del tubo depende del tipo de material de cimentación y de su grado de compactación, así como de la rigidez de la Tubería.

Tales deflexiones deben ser controladas y se debe tener un estimativo de su magnitud de acuerdo con las condiciones de zanja y materiales de relleno.

La máxima deflexión recomendada en el largo plazo es de 7.5%, ASTM D3034, siempre que siga la recomendación de instalación de la ASTM D2321.

El cálculo de la deflexión al largo plazo puede hacerse usando un factor de deflexión, DL igual a 1.5 y calculando la carga muerta como condición zanja o usando DL igual a 1 y calculando la carga muerta como prisma, es decir altura de relleno sobre Tubería por densidad del suelo.

Para realizar el cálculo de la deflexión como porcentaje del diámetro se utiliza la fórmula modificada de IOWA.

$$\% \text{ Deflexión} = \frac{(DL \times K \times P + K \times W)(100)}{0.149 \times PS + 0.061 \times E'}$$

DL	=	Factor de Deflexión (1.5) ó	Para condición de zanja. (Marston)
DL	=	1	Condición Prisma.
K	=	Constante de Encamado (0.10)	Asumido. (Marston)
P	=	Presión Carga Muerta, kg/m^2 (psi)	Depende del tipo de relleno. (Suelo SM y SC)
W	=	Presión de Carga Viva, kg/m^2 (psi)	Fórmula de Boussinesq.
PS	=	Rigidez kg/m^2 (psi)	Rigidez de los tubos NOVAFORT ó NOVALOC
E'	=	Módulo de reacción del Suelo kg/m^2 (psi)	Capacidad del suelos de resistir deflexión.

$$PS = \frac{EI}{0{,}149R3}$$

E	=	Modulo de elasticidad de la Tubería, para NOVAFORT 400.000 psi para NOVALOC 320.000 psi
I	=	Momento de inercia de la pared en la sección transversal por unidad de longitud de Tubería, pulg^4/pulg
R	=	Radio promedio, RE-t, pulg.
RS	=	Rigidez del anillo psi

$$PS = \frac{RS}{0.018625}$$

E' para Grado de Compactación del Relleno en psi

Clase de Suelo	LANZADO	Baja, <85% Proctor, <40% Densidad Relativa	Moderado, 85% - 95%Proctor, 40% - 70% Densidad Relativa	Alta, >95% Proctor, >70% Densidad Relativa
Piedra Quebrada (Clase I)	1000	3000	3000	3000
GW, GP, SW, SP (Clase II)	200	1000	2000	3000
GM, GC, SM, SC (Clase III)	100	400	1000	2000
ML,CL, ML - CL (Clase IV)	50	200	400	1000
Exactitud en Términos de % de Deflexión	±2	±2	±1	±0.5

DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO
% del Diámetro del Tubo
DL=1.0 (Condición Prisma) K=0.10

- Incluyendo una carga de 7257 kg. de llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0.91 m
- Rigidez del tubo = 57 psi E' 2000 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m^3 (Arena húmeda)
Kμ = 0.1650

Profundidad m	Diámetro Exterior(mm)							
	110	160	200	250	315	400	450	500
0.9	0.63%	0.63%	0.63%	0.63%	0.62%	0.62%	0.61%	0.61%
1.5	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%	0.47%
2.0	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%
2.5	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%	0.58%
3.0	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%	0.67%
3.5	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%	0.76%
4.0	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%	0.86%
4.5	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%
5.0	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%	1.06%
6.0	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%	1.27%
7.0	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%	1.47%
8.0	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%	1.68%

DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO
% del Diámetro del Tubo
DL=1.0 (Condición Prisma) K=0.10

- Incluyendo una carga de 7257 kg. de llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0.91 m
- Rigidez del tubo = 10 psi E' 2000 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m^3 (Arena húmeda)
Kμ = 0.1650

Profundidad m	Diámetro Exterior(pulg)											
	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	60
0.9	0.63%	0.62%	0.61%	0.60%	0.59%	0.58%	0.57%	0.56%	0.55%	0.53%	0.53%	0.51%
1.5	0.49%	0.49%	0.49%	0.49%	0.48%	0.48%	0.48%	0.48%	0.48%	0.47%	0.47%	0.47%
2.0	0.54%	0.54%	0.54%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%	0.53%
2.5	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%	0.61%
3.0	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%
3.5	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%	0.81%
4.0	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%	0.91%
4.5	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%	1.02%
5.0	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%	1.12%
6.0	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%	1.34%
7.0	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%	1.56%
8.0	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%	1.78%

EJEMPLOS NOVAFORT

DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO
% del Diámetro del Tubo
DL=1.0 (Condición Prisma) K=0.10

- Incluyendo una carga de 7257 kg. de llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0.91 m
- Rigidez del tubo = 57 psi E' 400 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m³ (Arena húmeda)
Kμ = 0.1650

Profundidad m	Diámetro Exterior(mm)							
	110	160	200	250	315	400	450	500
0.9	2.51%	2.50%	2.50%	2.49%	2.47%	2.45%	2.43%	2.41%
1.5	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.86%	1.85%	1.86%
2.0	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%	2.02%
2.5	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%	2.31%
3.0	2.66%	2.66%	2.66%	2.66%	2.66%	2.66%	2.66%	2.65%
3.5	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%
4.0	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%	3.42%
4.5	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%	3.81%
5.0	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%	4.21%
6.0	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%	5.03%
7.0	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%	5.85%
8.0	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%

EJEMPLOS NOVALOC

DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO
% del Diámetro del Tubo
DL=1.0 (Condición Prisma) K=0.10

- Incluyendo una carga de 7257 kg. de llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0.91 m
- Rigidez del tubo = 10 psi E' 400 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m³ (Arena húmeda)
Kμ = 0.1650

Profundidad m	Diámetro Exterior(pulg)											
	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	60
0.9	3.00%	2.96%	2.91%	2.86%	2.81%	2.76%	2.71%	2.66%	2.61%	2.55%	2.51%	2.42%
1.5	2.34%	2.34%	2.33%	2.32%	2.31%	2.30%	2.29%	2.28%	2.27%	2.26%	2.25%	2.23%
2.0	2.56%	2.56%	2.55%	2.55%	2.55%	2.54%	2.54%	2.54%	2.53%	2.53%	2.53%	2.52%
2.5	2.93%	2.93%	2.93%	2.93%	2.93%	2.93%	2.92%	2.92%	2.92%	2.92%	2.92%	2.91%
3.0	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.37%	3.36%
3.5	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.85%	3.84%	3.84%	3.84%	3.84%	3.84%
4.0	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%	4.34%
4.5	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%	4.84%
5.0	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%	5.35%
6.0	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%	6.39%
7.0	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%	7.43%

Tablas disponibles para estos cálculos, pregunte por el Departamento Técnico

2. Clasificación de los Suelos

El tipo de suelo que va alrededor de la Tubería, de acuerdo con sus propiedades y calidad, absorberá cierta cantidad de carga transmitida por el tubo. Por lo tanto la clase de suelo que se utilice para encamado, soporte lateral y relleno, es fundamental en el comportamiento de la Tubería. La siguiente tabla provee las características granulométricas de los diferentes tipos de suelos y su clasificación según su comportamiento en este tipo de aplicación.

Descripción de los Distintos Tipos de Suelos

Tipo de Suelo (Símbolo)	Nombres Típicos
GW	Gravas bien gradadas y mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.
GP	Gravas mal gradadas y mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.
GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.
GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.
SW	Arenas bien gradadas, arena con grava con poco o nada de finos.
SP	Arenas mal gradadas y arenas con grava con poco o nada de finos.
SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
SC	Arenas arcillosas, mezclas de arenas y arcilla.
ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos ligeramente plásticos.
CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
OL	Limos inorgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
MH	Limos inorgánicos, limos micáceos y diatomáceos, arenas finas, limos elásticos.
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos.
PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos.

Tabla de Clasificación

Clase I	Material granular de 1/4" a 1.1/2" de diámetro (triturado)
Clase II	Suelos tipo GW, GP, SW y SP
Clase III	Suelos tipo GM, GC, SM y SC
Clase IV	Suelos tipo ML, CL, MH y CH
Clase V	Suelos tipo OL, OH y PT

Los materiales clase IV MH y CH y V no se deben utilizar para el encamado, soporte lateral y relleno inicial de la zanja.

3. Grado de Compactación

La capacidad de la Tubería para resistir las cargas externas, depende en gran parte del método empleado durante su instalación, el cual a su vez depende del tipo de material utilizado.

Material Clase I:

Cuando este tipo de material es utilizado para construir la "cama" de la Tubería, poca o ninguna compactación es necesaria.

En este caso el material se debe continuar hasta la mitad del tubo.

El material restante puede ser Clase II o Clase III. En cualquier terreno donde el tubo estará por debajo del nivel freático, o donde la zanja puede estar sujeta a inundación, se deberá colocar material Clase I hasta la clave del tubo debidamente acomodado y envuelto en Geotextil No Tejido.

El tamaño recomendado para metarial Clase I es máximo 3/4" si es triturado de roca (angular) y 1.1/2" si es canto rodado.

Material Clase II:

El material Clase II puede ser usado como "cama" de la Tubería compactándolo al 85% de máxima densidad. Este material también se puede utilizar como soporte lateral de la Tubería hasta la mitad del tubo, hasta la clave o hasta 15 cm. por encima del tubo compactando en capas de 10 cm. al 85% de máxima densidad.

Material Clase III:

Este tipo de material puede ser usado como encamado, soporte lateral y relleno inicial de la Tubería de la misma manera que el material de Clase II, excepto que la compactación debe ser del 90% de máxima densidad.

Material Clase IV:

Deberá tenerse cuidado en el diseño y selección del grado y método de compactación para suelos Clase IV debido a la dificultad en el control apropiado del contenido de humedad en el subsuelo. Algunos suelos de esta clase que poseen media o alta plasticidad con límite líquido mayor al 50% (CH, MH, CH-MH) presentan reducción en su resistencia cuando se humedecen y por lo tanto, sólo se pueden usar para encamado, soporte lateral y relleno inicial de la Tubería en zonas áridas donde el material de relleno no se saturará cuando hay precipitación pluvial o exfiltración del tubo. Los suelos Clase IV que poseen baja o media plasticidad con límite líquido menor al 50% (CL, ML, CL-ML) también requieren de una cuidadosa consideración en el diseño e instalación para controlar su contenido de humedad, pero su uso no está restringido a zonas áridas.

El uso de este suelo para cimentación debe ser avalado por el ingeniero de suelos del proyecto.

Grado de Compactación Adquirido de acuerdo con el Tipo de Material y el Método de Compactación

Tipo de Material	I	II	III	IV
% Peso seco		9 - 12	9 - 18	6 - 30
Método				
Equipo Mecánico	95 - 100	95 - 100	95 - 100	90 - 100
Utilizando Vibrador	80 - 95	80 - 95	80 - 95	75 - 90
Saturación	80 - 95	80 - 95		
Colocación a Mano	60 - 80			
Compactación a Mano		60 - 80	60 - 80	60 - 75
Volteo	60 - 80	60 - 80	60 - 80	60 - 75

Recepción, Transporte, Almacenamiento y Manipulación

1. Recepción en Obra

A la llegada de la Tubería a la obra debe inventariarse e inspeccionarse de tal forma que se verifique la adecuada condición y de acuerdo a lo solicitado.

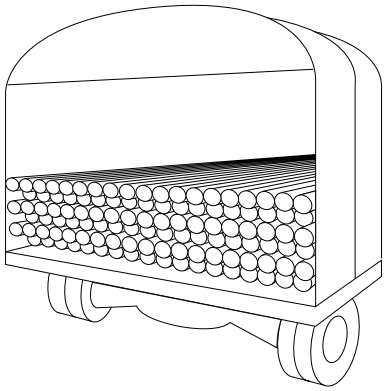
2. Transporte

Es la práctica ideal, usar vehículos de superficie de carga lisa, libre de clavos o tornillos salientes para evitar daños.

Cuando se transportan distintos diámetros en el mismo viaje, los diámetros mayores deben colocarse primero en la parte baja de la plataforma del camión.

Se recomienda amarrar los tubos con elementos no metálicos, para que no se produzcan cortaduras. Preferiblemente se deben usar correas anchas de lona.

No colocar cargas sobre las Tuberías en los vehículos de transporte.

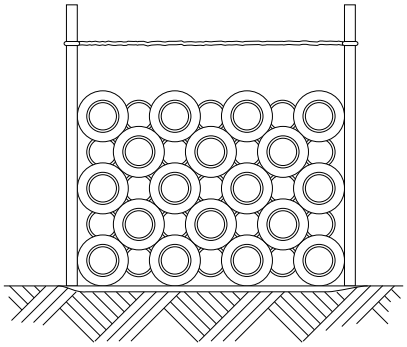


Se deben dejar libres las campanas alternando campanas y espigos para evitar deformaciones innecesarias que impidan el normal ensamble del sistema.

3. Almacenamiento

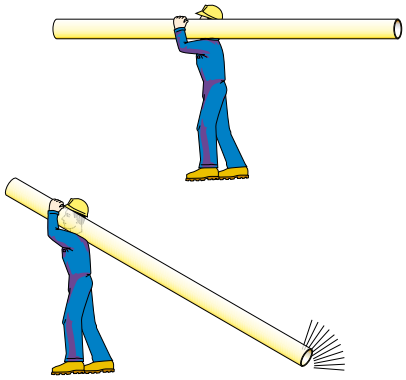
La Tubería debe almacenarse horizontalmente en una zona plana, aislada del terreno por apoyos espaciados 2m de tal forma que se evite el pandeo de los tubos y que no queden en contacto con los extremos. Deben apilarse en dos filas máximo, colocando abajo la Tubería más pesada y revisando que no se cause deformación a los tubos.

- Las campanas deben quedar libres e intercaladas campanas y espigos.
- Si el almacenamiento a la intemperie va a ser mayor a 30 días, debe protegerse de la luz directa del sol con un material opaco pero manteniendo adecuada ventilación.
- La protección de los cauchos solo debe retirarse cuando va a ser instalada la Tubería y si ha sido mantenida en almace namiento por largos períodos de tiempo, debe revisarse su estado.
- Las uniones deben guardarse bajo techo, igualmente apoyadas y en forma vertical.



4. Manipulación y Descargue

Los Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO deben descargarse, no dejarlos caer, tanto desde el camión de transporte como a la zanja. Durante la manipulación deben evitarse los golpes y abrasión. Los elementos de izaje que entran en contacto con la Tubería no deben ser metálicos, preferiblemente correas de lona ancha.

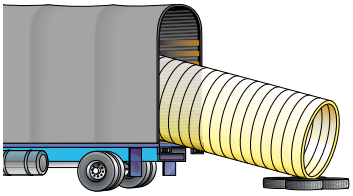


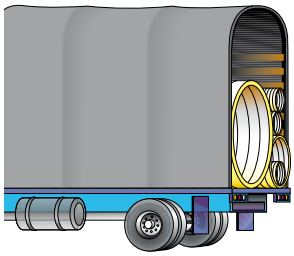
NO ARRASTRE LOS TUBOS

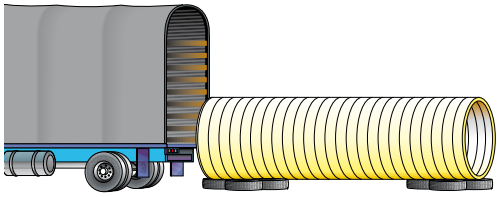
Teniendo an cuenta el peso de la Tubería y la disponibilidad en obra de maquinaria y personal, el descargue se puede hacer manualmente o usando algún equipo mecánico, como una retroexcavadora o montacargas. Además las Tuberías pueden llegar a la obra en diferentes tipos de camiones y la manera de descargue para cada uno de ellos varía.

Carrozados:

Cuando llegan en camiones carrozados, los tubos deben ser empujados hacia adelante para descargarse por atrás. Este procedimiento puede hacerce manualmente o con la ayuda de algún equipo, siempre teniendo en cuenta que los tubos no deben lanzarse desde el camión, sino recibirse abajo. Para las Tuberías NOVALOC se recomienda usar llantas en el piso para recibir la Tubería como se muestra a continuación.



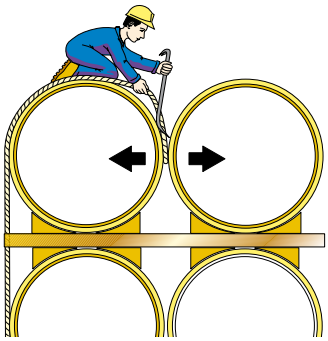


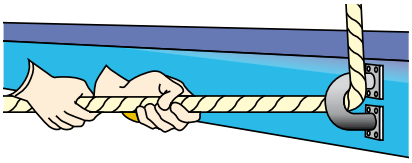


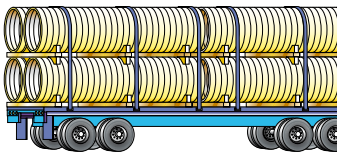
Descarrozado:

Cuando la Tubería se transporta en camiones descarrozados, el descargue de las Tuberías puede hacerse en forma lateral ya sea a mano o con la ayuda de algún tipo de maquinaria.
Para descargue a mano de Tuberías de gran diámetro (>42") se recomienda seguir este procedimiento:

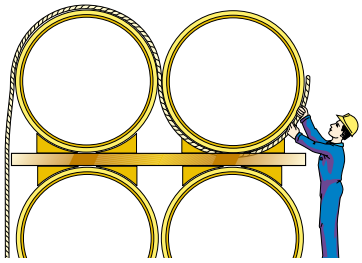
1. Recepción del camión en la obra.
2. Amarrar firmemente el lazo a la oreja del planchón del lado donde se dispondrán los operarios para el descargue.
3. Si existen otros tubos junto al tubo que se requiere descargar, el lazo deberá pasar por encima del mismo.



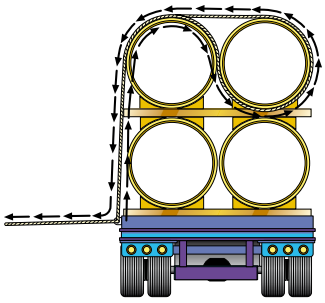




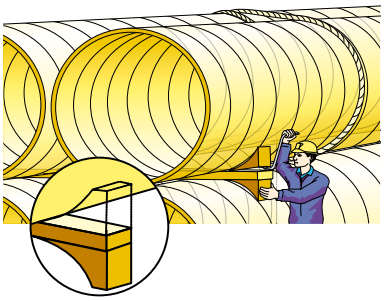
4. Abrazar el tubo con el lazo, haciéndolo pasar por debajo y por encima del tubo que se requiere descargar.



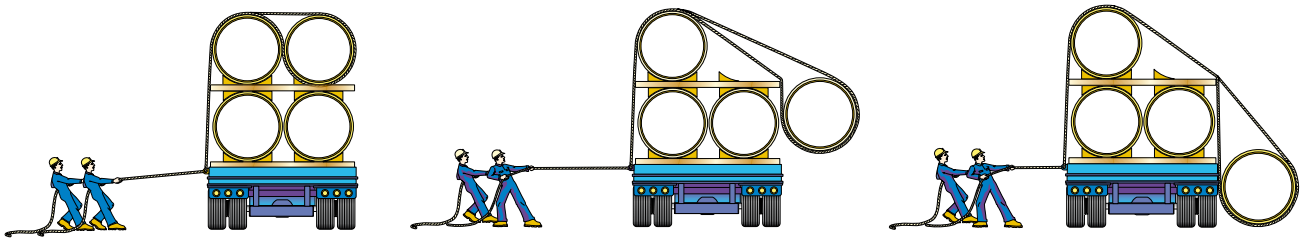
5. El lazo debe lanzarse de nuevo hacia el lado donde los operarios lo manejarán para el descargue.



6. Quitar el taco que restringe la movilidad del tubo en sentido del descargue.



7. Iniciar el descargue soltando el lazo suavemente mientras del otro lado se desliza automáticamente.Tener cuidado de no dejar caer bruscamente el tubo al piso. Soltar el tubo y rodarlo hasta el sitio de almacenamiento. Repetir este procedimiento para descargar los tubos restantes.

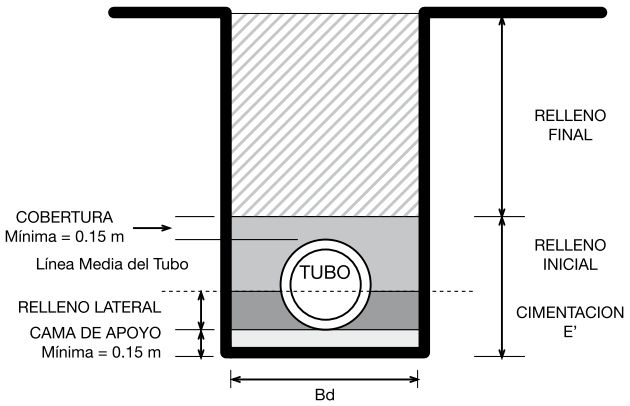


Instalación

1. Preparación de la Zanja

Un adecuado procedimiento de instalación, así como la preparación de la zanja son esenciales para obtener un exitoso comportamiento de la Tubería NOVAFORT y NOVALOC PAVCO. La preparación de la zanja no difiere sustancialmente de los procedimientos usados para instalar otros tipos de Tubería. No se debe tener mas zanja abierta que la necesaria para instalar Tubería en ese día. La Tubería debe ser colocada cerca de la zanja excavada, en el lado opuesto a la tierra extraída.

FIGURA N°1 **ZANJA TIPO**

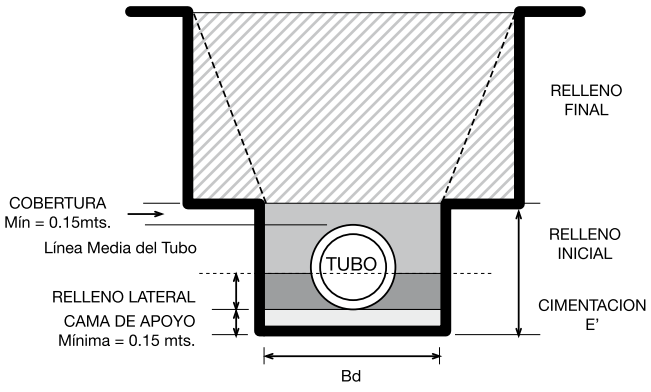


2. Excavación

Tanto la excavación de la zanja como el relleno deben hacerse de acuerdo con la Norma ASTM D 2321. La zanja debe ser lo suficientemente ancha para permitir a un hombre trabajar en condiciones de seguridad y adecuada alineación y ensamble de las campanas y/o uniones.

El ancho mínimo será el diámetro exterior más 0.30 m y el medio, el diámetro exterior más 0.40 m. Si se requiere ampliar el ancho de la zanja debe hacerse por encima del lomo de la Tubería. (Figura Nº2 - Detalle de Zanja Ancha)

FIGURA N°2 **ZANJA ANCHA**



ANCHOS DE ZANJA

NOVAFORT

Diámetro Nominal mm - Pulg	Diámetro Exterior mm	Ancho de la Zanja Bd - m Mínimo m	Medio m
110	110	0.45	0.50
160	160	0.45	0.60
200	200	0.50	0.60
250	250	0.55	0.65
315	315	0.60	0.70
355	355	0.65	0.75
400	400	0.70	0.80
450	450	0.75	0.85
500	500	0.80	0.90
24”	660	1.00	1.10
37”	730	1.10	1.20
30”	813	1.15	1.25
33”	898	1.20	1.30
36”	980	1.30	1.40

ANCHOS DE ZANJA

NOVALOC

Diámetro Nominal Pulg.	Diámetro Exterior mm	Ancho de la Zanja Bd - m Mínimo	Medio
24	625	0.92	1.05
27	710	1.05	1.15
30	786	1.10	1.20
33	860	1.15	1.25
36	950	1.25	1.35
39	1025	1.35	1.45
42	1101	1.40	1.50
45	1180	1.48	1.78
48	1271	1.57	1.87
51	1363	1.66	1.96
54	1423	1.72	2.02
60	1575	1.88	2.18

A criterio del ingeniero-diseñador se definirá la protección requerida en las paredes de la zanja (entibado) y estabilización del fondo, pero deberá preverse la ubicación del entibado de tal forma que permita el encamado y relleno adecuado en la zona de la Tubería.

Cuando hay agua sobre el fondo de la zanja, debe evacuarse para mantener la zanja seca hasta que la Tubería sea instalada y rellenada al menos un diámetro sobre la clave de la Tubería para evitar flotación.
Cuando se instale material granular como subdren bajo la Tubería éste debe ser gradado o protegido, con geotextil por ejemplo, de tal forma que se evite la migración de los finos del material de cimentación de la Tubería.

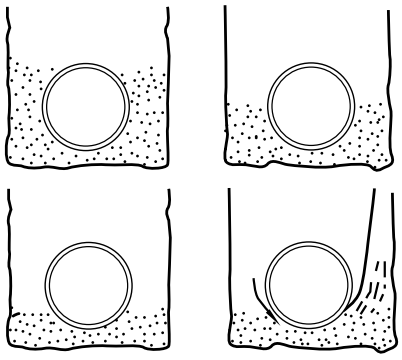
La profundidad de la zanja deberá ser determinada por el ingeniero-diseñador teniendo en cuenta requerimientos de fundación, encamado, cimentación, tipo de suelo, diámetro de la Tubería y recubrimiento de ésta.

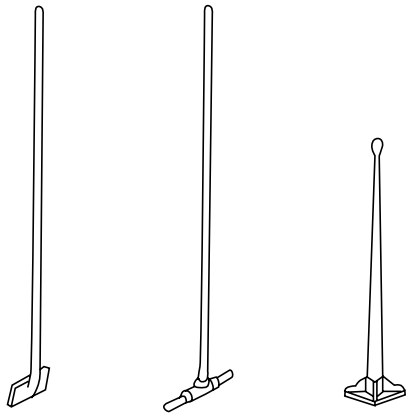
Con especiales condiciones de diseño, 0.40 m de recubrimiento mínimo sobre el lomo del Tubo, puede ser adecuado, sin embargo 0.90 m es recomendable cuando se tiene carga viva sobre la superficie.

3. Encamado

El fondo de la zanja debe nivelarse de tal forma que se garantice la pendiente del diseño, así como para que la Tubería quede apoyada y debidamente soportada en toda su longitud. Deben retirarse rocas y material punzante que puedan afectar la Tubería.

Debe proveerse acomodación para las campanas y/o uniones que faciliten el ensamble, mientras se mantiene adecuado soporte a la Tubería. Una altura de 0.15 m de encamado es suficiente.





PISONES DE MANO

Equivocado:
Demasiado material, el pisón no puede compactar apropiadamente dejando vacios bajo la Tubería.

Correcto:
Capas de 10 cm. de material. El pisón podrá compactar correctamente obteniendo un encamado firme.

4. Cimentación

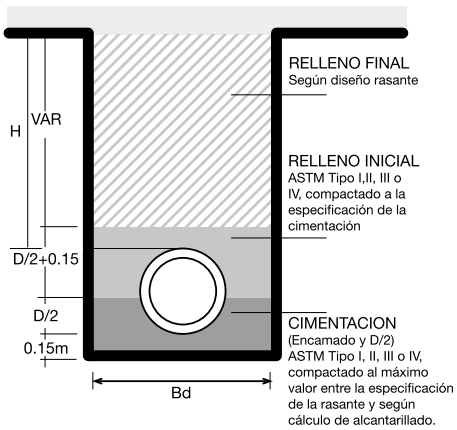
Es el factor más importante en el comportamiento y deflexión de la Tubería. El material debe ser colocado y compactado hasta la mitad del diámetro para proveer adecuado soporte lateral y evitar desplazamiento lateral y vertical de la Tubería.

Cuando se use material granular en el encamado, ese mismo material debe usarse en el relleno lateral, teniendo precaución de evitar la migración de finos hacia éste.

El material debe ser colocado en capas de 0.15 a 0.20 m compactadas de acuerdo a la especificación de diseño alternadamente en cada lado de la Tubería. El relleno en la parte baja de la Tubería debe hacerse con pisón de mano, el resto puede ser con pisón mecánico pero teniendo cuidado de no tocar la tubería.

Debe verificarse el grado de compactación de acuerdo al diseño.

CIMENTACION TIPO
VIA, ANDEN o ZONA VERDE

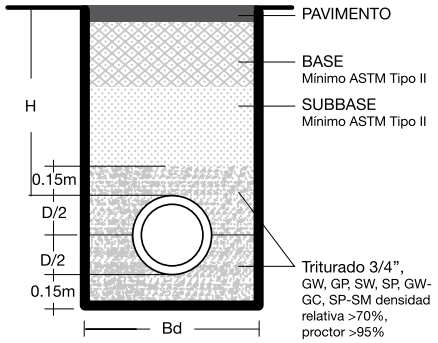

RELLENO FINAL
Según diseño rasante
H
VAR
RELLENO INICIAL
ASTM Tipo I,II, III o IV, compactado a la especificación de la cimentación
D/2+0.15
D/2
0.15m
CIMENTACION
(Encamado y D/2)
ASTM Tipo I, II, III o IV, compactado al máximo valor entre la especificación de la rasante y según cálculo de alcantarillado.
Bd

5. Relleno Inicial

Es la parte del relleno desde la mitad del diámetro del tubo hasta 0.15 m sobre el lomo del tubo. Puede usarse un material diferente del usado para el encamado y la cimentación, pero debe seleccionarse adecuadamente de tal forma que proteja la Tubería y esté adecuadamente especificado para el uso final de la superficie. (Figuras Nº 1 y 2).

Para profundidades menores a 0.90 m se recomienda usar material Clase I ó Clase II compactado a más del 95% del proctor y densidad relativa mayor al 70%, encamado, cimentación y relleno inicial y final hasta la rasante cuando hay carga viva presente.

CUANDO H<0.9m



6. Relleno Final

Debe ser seleccionado de acuerdo al requerimiento del uso que se le vaya a dar a la superficie final; vías, zonas verdes, etc. Nota: Sí el material nativo es de buena calidad puede usarse como cimentación y relleno inicial - mínimo ML - CL.

7.Ensamble de la Campana y/o Unión

Limpie con un trapo limpio y seco la parte interior de la campana y/o unión y el caucho. Haga lo mismo con la parte exterior del tubo a ser insertada.

Aplique lubricante generosamente en la campana y/o unión y el caucho.

- Alinee la campana y/o unión con el tubo e introduzca. Se recomienda usar un bloque de madera que proteja el tubo del equipo de empuje.
- Aplique presión de empuje constante, hasta que el tubo se deslice suavemente dentro de la campana y/o unión hasta el tope indicado.
- Para diámetros mayores a 36" el empuje debe hacerse primero en la parte baja del diámetro del tubo e ir subiendo paulatinamente. Esto facilita el proceso evitando el desalineamiento de la Tubería.
- Si encuentra indebida resistencia a la inserción, debe desensamblar y revisar los elementos, cambiarlos si es necesario y reiniciar el proceso de ensamble.

NOTA: Es necesario evitar que en el proceso de ensamble se introduzca material que aísle el contacto hermético sello-tubo, evitando fugas posteriores.

Se recomienda no flectar vertical ni horizontalmente el tubo al insetarlo en la campana y/o unión. La inserción debe hacerse con la campana y/o unión y el tubo perfectamente alineados.

8. Conexiones Domiciliarias

Instalación de Sillas para NOVAFORT

1. Coloque la silla sobre la Tubería y trace el contorno del hueco. Trace el contorno de la silla. Utilice preferiblemente un marcador.

2. Perfore la Tubería utilizando un villamarquín.

3. Con un serrucho de punta abra el hueco siguiendo el borde exterior de la marca.

4. Remueva la rebaba de la Tubería hasta que la superficie quede lisa.

5. Coloque abrazaderas metálicas o tortón de alambre sobre la Tubería.

   Limpie la Tubería con estopa.

   Aplique acondicionador de superficie NOVAFORT PAVCO sobre las crestas y valles de la Tubería, en una longitud de 3 cm. del borde a partir del contorno del hueco.

6. Haga lo mismo en la superficie de contacto de la silla.

   Deje secar mínimo durante 20 minutos.

7. Retire la lámina protectora del cartucho del adhesivo NOVAFORT PAVCO.Perfore el cartucho para permitir la salida del Adhesivo NOVAFORT PAVCO, antes de colocar la boquilla.Corte la boquilla a escuadra a 2.5 cm. de la punta y atorníllela en el cartucho.Monte el cartucho en la pistola aplicadora.

8. Presione lentamente el tornillo hasta que el Adhesivo NOVAFORT PAVCO llegue al tope de la boquilla.

9. Aplique el Adhesivo NOVAFORT PAVCO en los valles de la Tubería, alrededor del hueco y espárzalo con una espátula hasta cubrir las crestas.

10. Sobre el Adhesivo ya esparcido, aplique un cordón de Adhesivo NOVAFORT PAVCO siguiendo el borde del orificio.

11. Coloque la silla sobre la Tubería siguiendo las marcas y haga presión sobre ella.

12. Monte las abrazaderas o tortón de alambre en los extremos de la silla y ajústelas firmemente.

Recomendaciones

- Espere una hora antes de colocar carga sobre el ensamble.
- Espere dos horas para poner en funcionamiento el sistema.

Instalación de Sillas Tee y Yee para NOVAFORT

1. Coloque el caucho de la silla sobre la Tubería, haciendo coincidir las crestas del caucho con los valles de la Tubería.

   Trace el contorno del hueco.

   Utilice preferiblemente un marcador.

2. Perfore la Tubería utilizando un villamarquín.

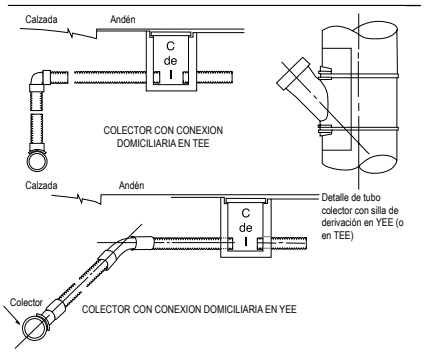
3. Con un serrucho de punta abra el hueco siguiendo el borde exterior de la marca.

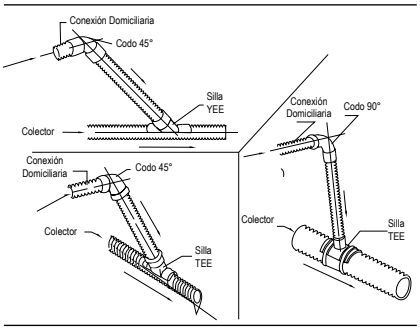
4. Remueva la rebaba de la Tubería hasta que la superficie quede lisa.

5. Coloque el caucho en la posición marcada teniendo la precaución de verificar que quede al borde del hueco y coincidiendo cresta y valle.

6. Instale la silla sobre el caucho y la Tubería controlando que las aberturas en la Tubería, caucho y salida de la silla coincidan.

7. Coloque la abrazadera sobre la silla en la posición marcada y ajuste alternadamente hasta la linea de apriete.



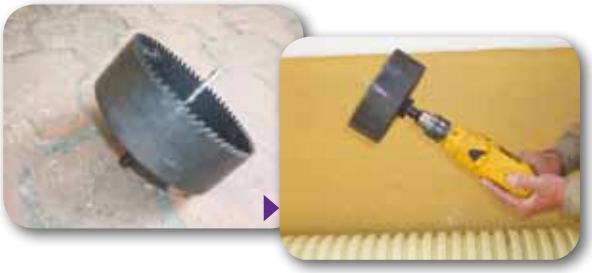


Instalación de Click Inserta Tee

Provisto de empaque que se adhiere a la parte interna de la tubería al bajar las palancas, con el sistema click.

Adicionalmente, permiten asentamientos diferenciales en la tubería de la domiciliaria, permitiendo que se acomode dentro de la campana con los movimientos del suelo.

1. Coloque la copa sierra en el taladro.

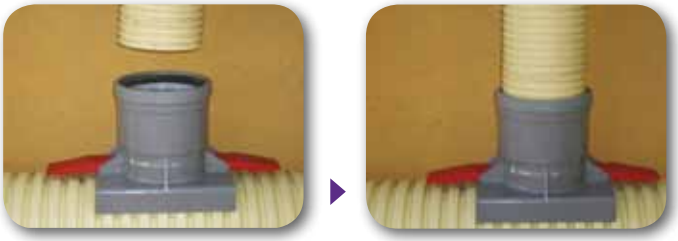


2. Coloque la copa sierra perpendicular al punto donde quiere instalar el Click Inserta Tee y perfore lentamente

3. Lubrique el caucho del Click Inserta Tee e inserte en la abertura

4. Baje las palancas y revise, tocando desde afuera que el caucho sobresalga de la pared interior de la tubería

5. Coloque la tubería Novafort, previa lubricación del caucho de la campana y empuje



9. Corte, Sellamiento y Reparación en Obra

NOVAFORT: Efectúe los cortes SIEMPRE en un valle de la Tubería. Cuando realice cortes NUNCA golpee la superficie interior del tubo con la punta del serrucho.

NOVALOC: Ocasionalmente puede requerirse hacer cortes en obra para acomodar longitudes a la llegada de cámaras de inspección.

En estos casos, se requiere entonces ejecutar en campo la colocación del bisel y sellamiento al tubo que se hace en fábrica.

- Marque sobre el tubo la distancia desde el borde del bisel instalado en fábrica donde requiere hacer el corte. Haga esta marca a igual distancia alrededor de la circunferencia. Luego una estas marcas con cinta o alguna guía disponible que le permita dibujar la circunferencia de corte que debe ser perpendicular al eje de la Tubería.
- Corte con una sierra manual o una caladora eléctrica siguiendo la línea marcada.
- Aplique acondicionador de superficie en el borde del corte y hasta 0.30m del extremo hacia el centro del tubo.
- Prepare masilla epóxica, (conocida como hueso duro, Duretran o similar), con el catalizador y prepare en pequeñas cantidades ya que este producto es de secado rápido
- Aplique con una espátula plástica la masilla mezclada, sellando el borde recién cortado del tubo y las ranuras exteriores de la unión entre perfiles hasta 0.30m hacia el centro del tubo.
- Deje secar aproximadamente media hora.
- Instale el bisel hembra, pegando este al borde del tubo usando limpiador y soldadura PAVCO en el borde del corte y en las pestañas del bisel. Presione y deje secar.

Cuando se presenten daños en la Tubería durante la manipulación, transporte o instalación, esta Tubería no debe ser instalada. Eventualmente, estos daños pueden ser reparados en el campo, previa una detallada inspección para determinar la naturaleza del daño y el método para la reparación, si es posible. En general, puede considerarse factible reparar fisuras de menos de 0,30m de largo o perforaciones de menos de 0.09m de diámetro.

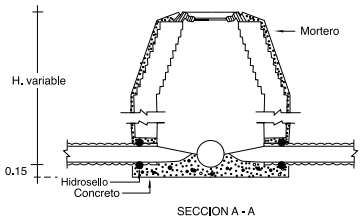
Solicite a fábrica, al Departamento Técnico de PAVCO, la asistencia técnica para el procedimiento de instalación del bisel e inspección de reparaciones en obra, así como para el suministro de los materiales necesarios.

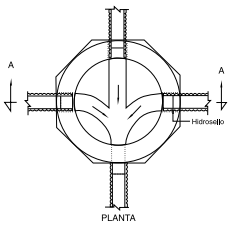
10. Conexiones a Cámaras de Inspección

Cámaras Rígidas

Es importante tener en cuenta que estas conexiones deben garantizar la hermeticidad y conservar las condiciones de flexibilidad de la Tubería.

Teniendo en cuenta que el PVC no se adhiere al concreto y asegurando que aún en la zona de empalme con la cámara, la Tubería puede deflectarse de acuerdo con lo previsto en el diseño, se recomienda:





Para NOVAFORT

Coloque el caucho a partir del último valle completo de la Tubería teniendo en cuenta que la parte de mayor chaflán vaya colocada hacia el extremo.

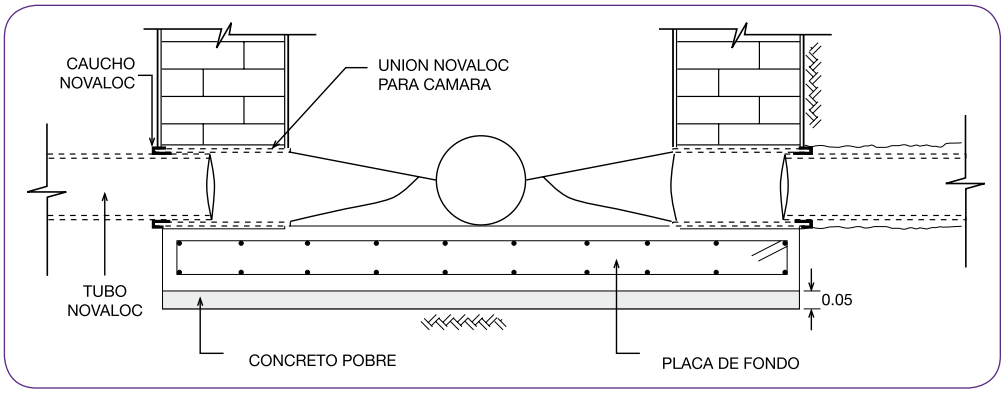
Introduzca la Tubería en la cámara de inspección,verificando que el caucho quede a la mitad del muro. Aplique mortero y emboquille.

Colocar el caucho en el primer valle de la Tubería.
El caucho debe quedar dentro del muro.
Aplicar mortero y emboquillar.

Para NOVALOC

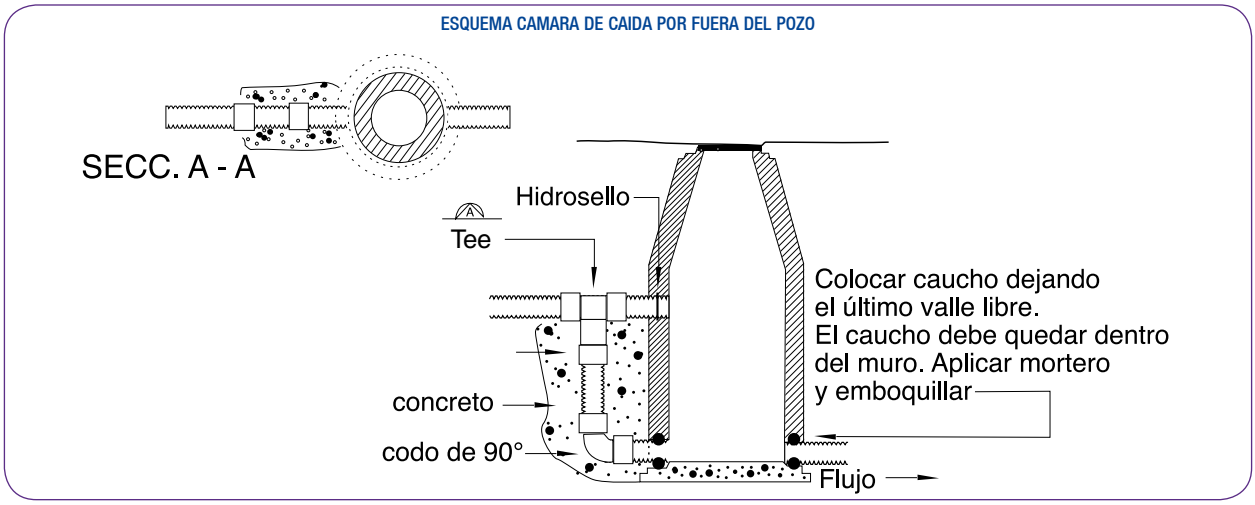
Instalar una unión para cámara en el centro del muro de la cámara, acondicionando su superficie exterior con soldadura y arena y aplicando mortero con aditivos impermeabilizantes para sellar los vacíos entre la cara exterior de la unión y la cámara.

Ensamblar la Tubería dentro de la unión.
Debe tenerse especial cuidado de hacer una adecuada compactación y encamado en la zona de la Tubería entrando a la cámara.



Es importante tener en cuanta que cuando la velocidad de la Tubería supera los 5.0 m/s, se recomienda proteger las cañuelas y las paredes del pozo, donde impacte el chorro, con medios tubos NOVAFORT o NOVALOC. Para pegar estas medias tuberías al pozo se debe aplicar arena sobre el tubo pegándola con soldadura (esto es para mayor adherencia) y luego adherir la tubería al pozo con mortero. Esto asegura que la estructura no sufrirá erosión.

Cámaras de Caída



Cámaras Plásticas Novacam PAVCO

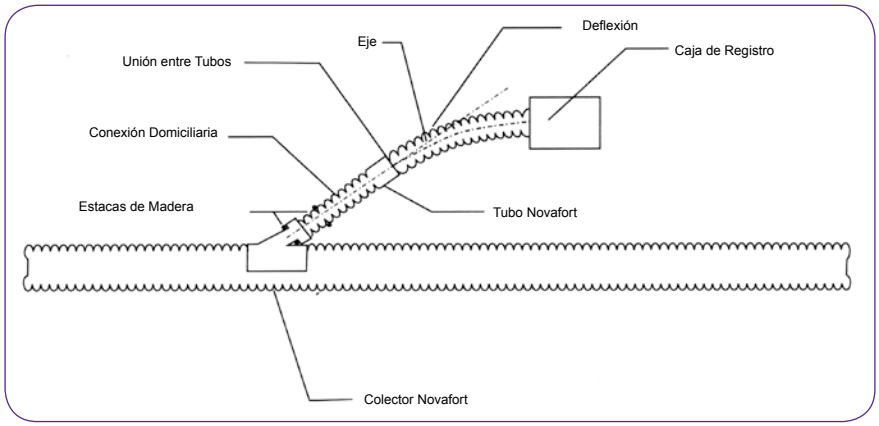
Las conexiones a éstas cámaras son herméticas y campana - espigo con hidrosello de caucho para tuberías NOVAFORT. No requiere aditamentos o prácticas adicionales diferentes a ensamble por empuje.

11. Notas Importantes sobre Instalación

Cambios de Dirección

En los sistemas de alcantarillado los cambios de dirección se realizan en general mediante cajas o pozos de inspección.

Cuando se instala el espigo dentro de la campana, no se deben producir tensiones sobre ésta, por lo tanto la deflexión debe ser de 0 grados, así la campana podrá absorber de forma natural las deflexiones provocadas por lo asentamientos del terreno y movimientos sísmicos.
La deflexión en la campana debe ser de 0 grados en colectores y conexiones domiciliarias. Cuando se requieran cambios de dirección menores de 6 grados en las conexiones domiciliarias, estos se pueden lograr aplicando flexión sobre el tubo y aislando la campana.
La deflexión considerada es respecto al eje del tubo.



Instalación a la Intemperie

Cuando la tubería instalada va a quedar expuesta a la radiación solar, debe cubrirse con un techo opaco o protegerse con una pintura que cumpla con las siguientes características:

- No debe necesitar solvente ni tener base thinner. Esta sustancia no se comporta bien con el PVC
- Debe tener un componente reflectivo, como aluminio o similar
- Debe asegurarse la adherencia al PVC con la aplicación directa o a través de la aplicación de un " primer". Una de las formas de preparar la superficie es lijando suavemente en seco, limpiando con limpiador Pavco antes de aplicar la pintura.

Condiciones de Suelo Inestable:

Si el suelo natural es de muy mala calidad y el fondo de la zanja no es estable y no permite garantizar la estabilidad de la tubería, debe diseñarse sistemas de estabilización que garantice la sostenibilidad del sistema. Debe consultarse la opinión de un especialista en suelos y diseñar las estructuras adecuadas para la estabilización del fondo de apoyo de la tubería.

Presencia de Nivel Freático:

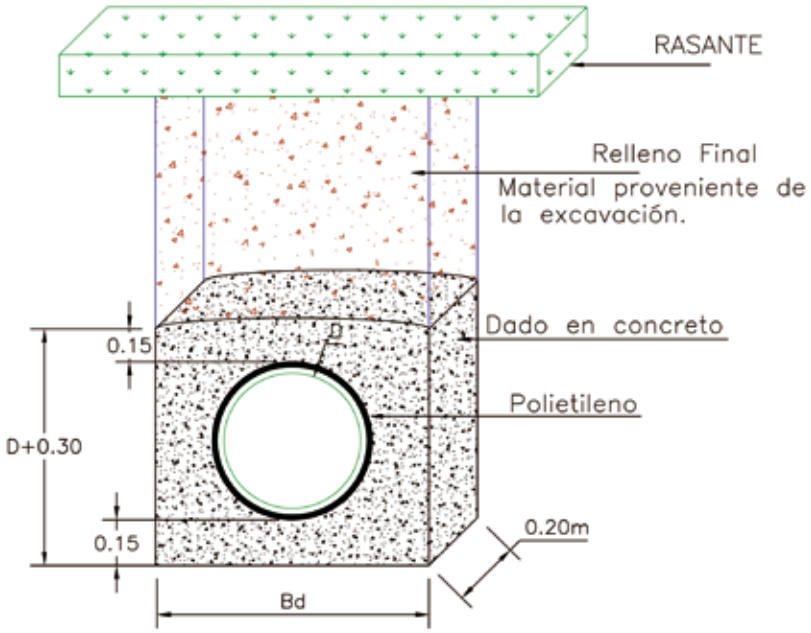
Cuando hay nivel freático presente, el encamado y al menos hasta 1/2Dext (o hasta la altura del nivel freático), debe usarse material granular, Clase I o II, con el grado de densidad relativa que exija el diseño y envuelto en geotextil no tejido

Instalación Superficial con Carga Viva Presente:

Cuando la profundidad de instalación es menor a 0.90m a la clave, debe usarse para el encamado, alrededor de la tubería y hasta la rasante de la carpeta de la vía, material granular, clase I o II, con densidad relativa mayor al 70%.
La profundidad mínima de instalación es de 0.40m de la corona de la tubería a la rasante.

Instalación en Pendientes Altas:

Debe instalarse cimentación con material granular e instalar un dado de contención en cada unión como se indica a continuación.
Se habla de pendientes altas para pendientes mayores al 15% pero debe ser definida por el consultor de acuerdo con las condiciones específicas de cada proyecto.



Instalación con Velocidades Altas:

Aplica lo indicado para pendientes altas y se recomienda usar Cámaras de Inspección NOVACAM de PAVCO como complemento que garantizan resistencia a la abrasión como las tuberías Novaloc y Novafort.
Cuando no sea posible usar estas cámaras, se recomienda forrar las cañuelas de las cámaras rígidas con tubería partida a la medida. Ver Conexiones a Cámaras de Inspección

Condiciones Extremas para el Material:

- El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido aplicando calor, de tal forma que nunca debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima a que puede transportar agua es de 60°C.
- No aplique solventes ni someta la tubería a contacto con estos.
- No someta la tubería a contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulosas mayores a 3/4".
- Consulte con nosotros condiciones especiales no cubiertas por este manual en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

12. Inspecciones y Pruebas en Campo antes de Puesta en Servicio

El ingeniero a cargo debe definir las inspecciones y pruebas a realizarse al sistema después de instalado.

Algunas de las inspeccione recomendables se describen a continuación

- Limpieza
- Inspección Visual
  Verificación de alineamientos y ausencia de obstrucciones
- Prueba de Estanqueidad
  Puede hacerse prueba con aire a baja presión, prueba de infiltración o exfiltración. Es recomendable, efectuar la prueba con aire a baja presión de acuerdo con la norma ASTM F 1417. La prueba de infilración es aceptable siempre que el nivel freático esté por encima del lomo de la Tubería a probarse. La prueba de exfiltración, siempre que el nivel freático esté por debajo del nivel de instalación de la tubería a ser probada. En las tablas siguientes se indican rangos de infiltración y exfiltración garantizados para sistemas instalados con Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC PAVCO, así como lo estipulado en el RAS 2000 como una guía. (TABLAS Nº4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

Pruebas con Agua

TABLA Nº4.1

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO CON TUBERÍA PVC
4.6 l/mm/km/día (50gl/pulg/milla/día)

NOVAFORT

Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Tramo	Tiempo de Prueba	Volumen Permitido	Volumen Permitido por Diámetro	Total Volumen Permitido
mm	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
110	99	100	4	0.00019	0.019	8
160	145	100	4	0.00019	0.028	11
200	182	100	4	0.00019	0.035	14
250	227	100	4	0.00019	0.044	17
315	284	100	4	0.00019	0.054	22
400	362	100	4	0.00019	0.069	28
450	407	100	4	0.00019	0.078	31
500	452	100	4	0.00019	0.087	35

TABLA Nº4.2

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO RAS 2000
10 -20 l/mm/km/día

NOVAFORT

Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Tramo	Tiempo de Prueba	Volumen Permitido	Volumen Permitido por Diámetro	Total Volumen Permitido
pulg	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
110	99	100	4	0.00042	0.041	17
160	145	100	4	0.00042	0.060	24
200	182	100	4	0.00042	0.076	30
250	227	100	4	0.00042	0.095	38
315	284	100	4	0.00042	0.118	47
400	362	100	4	0.00042	0.151	60
450	407	100	4	0.00042	0.170	68
500	452	100	4	0.00042	0.188	75

TABLA Nº4.3

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO CON TUBERÍA PVC
4.6 l/mm/km/día (50gl/pulg/milla/día)

NOVALOC

Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Tramo	Tiempo de Prueba	Volumen Permitido	Volumen Permitido por Diámetro	Total Volumen Permitido
pulg	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
24	595.12	100	4	0.00019	0.114	46
27	671.01	100	4	0.00019	0.129	51
30	747.01	100	4	0.00019	0.143	57
33	823.09	100	4	0.00019	0.158	63
36	899.03	100	4	0.00019	0.172	69
39	974.98	100	4	0.00019	0.187	75
42	1050.93	100	4	0.00019	0.201	81
45	1127.00	100	4	0.00019	0.214	86
48	1202.94	100	4	0.00019	0.229	91
51	1295.00	100	4	0.00019	0.246	98
54	1355.09	100	4	0.00019	0.257	103
60	1507.24	100	4	0.00019	0.286	115

TABLA Nº4.4

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO RAS 2000
10 -20 l/mm/km/día

NOVALOC

Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Tramo	Tiempo de Prueba	Volumen Permitido	Volumen Permitido por Diámetro	Total Volumen Permitido
pulg	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
24	595.12	100	4	0.00042	0.248	99
27	671.01	100	4	0.00042	0.280	112
30	747.01	100	4	0.00042	0.311	125
33	823.09	100	4	0.00042	0.343	137
36	899.03	100	4	0.00042	0.375	150
39	974.98	100	4	0.00042	0.406	162
42	1050.93	100	4	0.00042	0.438	175
45	1127.00	100	4	0.00042	0.473	189
48	1202.94	100	4	0.00042	0.505	202
51	1295.00	100	4	0.00042	0.544	218
54	1355.09	100	4	0.00042	0.569	228
60	1507.24	100	4	0.00042	0.633	253

En las columnas blancas, coloque los valores del tramo a probar

Pruebas con Aire ASTM F1417

Tramo de	Tramo a	Diámetro Nominal mm, pulg	Diámetro Interior Promedio mm	Diámetro Interior Promedio pulg	Longitud del Tramo de Prueba m	Longitud del Tramo de Prueba pies	K pulg-pie	Area Interna m^2	Area Interna $pies^2$	Escape, Q $pies^3/min/pie^2$	Tramo Mínimo Permitido Pérdida 1psi sg	Tramo Mínimo Permitido Pérdida 1psi min	Total Escape $pies^3$	Total Escape Máximo $pies^3$	Tiempo Mínimo sg
		200	182.52	7.19	100.00	327.87	1.0	57.34	616.40	0.0015	407	6.79	6.27	0.9375	407
		250	227.39	8.95	100.00	327.87	1.2	71.44	767.93	0.0015	624	10.40	11.98	0.9375	507
		315	285.12	11.23	100.00	327.87	1.5	89.57	962.89	0.0015	981	16.35	23.61	0.9375	636
		400	362.36	14.27	100.00	327.87	2.0	113.84	1223.74	0.0015	1,584	26.41	48.47	0.9375	808
		450	407.03	16.02	100.00	327.87	2.2	127.87	1374.60	0.0015	1,999	33.32	68.70	0.9375	1,213
		500	451.93	17.79	100.00	327.87	2.4	141.98	1526.23	0.0015	2,464	41.07	94.03	0.9375	1,008
		24	596.91	23.50	100.00	327.87	3.2	187.52	2015.85	0.0015	4,299	71.65	216.67	0.9375	1,332
		27	673.76	26.53	100.00	327.87	3.6	211.67	2275.39	0.0015	5,478	91.29	311.59	0.9375	1,503
		30	748.92	29.49	100.00	327.87	4.1	235.28	2529.21	0.0015	6,768	112.80	427.93	0.9375	1,671
		33	825.63	32.51	100.00	327.87	4.5	259.38	2788.28	0.0015	8,225	137.09	573.35	0.9375	1,842
		36	901.75	35.50	100.00	327.87	4.9	283.29	3045.34	0.0015	9,812	163.53	747.00	0.9375	2,012
		39	977.28	38.48	100.00	327.87	5.3	307.02	3300.42	0.0015	11,524	192.07	950.87	0.9375	
		42	1054.69	41.52	100.00	327.87	5.7	331.34	3561.85	0.0015	13,422	223.70	1,195.20	0.9375	
		45	1130.39	44.50	100.00	327.87	6.1	355.12	3817.50	0.0015	15,418	256.97	1,471.46	0.9375	
		48	1206.80	47.51	100.00	327.87	6.5	379.13	4075.50	0.0015	17,573	292.88	1,790.48	0.9375	
		51	1301.17	51.23	100.00	327.87	7.0	408.77	4394.24	0.0015	20,429	340.48	2,244.23	0.9375	
		54	1358.11	53.47	100.00	327.87	7.3	426.66	4586.54	0.0015	22,256	370.93	2,551.93	0.9375	
		60	1512.64	59.55	100.00	327.87	8.2	475.21	5108.41	0.0015	27,609	460.14	3,525.91	0.9375	

En las columnas blancas, coloque los valores del tramo a probar

El tiempo mínimo de duración antes de descargarse 1 psi es lo que debe controlarse.

MEDICION DE LA DEFLEXIÓN

La medición de la deflexión en campo debe hacerse tan pronto se haya instalado y tapado el primer tubo, de tal forma que pueda verificarse la efectividad de la cimentación, corregir, si es necesario, y mantener las deflexiones por debajo de los valores máximos permitidos.

La medida debe hacerse, midiendo el diámetro interior en dirección vertical, antes de aplicarle la carga a la tubería instalada, y después de aplicarle la carga a la tubería instalada, relleno final y/o carga viva, se mide de nuevo en la misma dirección vertical. La diferencia entre las medidas inicial y final, corresponde a un porcentaje del diámetro interior inicial y no debe ser mayor al 7.5%

En la siguiente tabla y como guía, se indican los valores del diámetro interior mínimo después de deflectarse el 7.5% del diámetro interior mínimo, de acuerdo a la Norma de fabricación.

Diámetro Nominal mm	Diámetro Interior Mínimo mm	Máxima Deflexión %	Diámetro Interior Mínimo Deflectado mm
NOVAFORT PAVCO S8 PAVCO			
110	99		92
160	145		134
200	182		168
250	227		210
315	284	7.5	263
355	327		302
400	362		335
450	407		376
500	452		418
NOVAFORT PAVCO S4 PAVCO			
200	185		171
2550	231		214
315	291		269
355	328		303
400	370		342
24	595	7.5	550
27	670		620
30	747		691
33	852		788
36	900		833
NOVALOC PAVCO			
24	596		551
27	671		621
30	747		691
33	823		761
36	899		832
39	975	7.5	902
42	1051		972
45	1127		1042
48	1203		1113
51	1295		1198
54	1355		1253
60	1507		1394

Rotulado

NOVAFORT
Marcación Externa

Marca y uso	PAVCO Novafort Alcantarillado
País de origen y fabricante	PAVCO - MEXICHEM COLOMBIA S.A.S
Norma de fabricación	Por ejemplo NTC 3722-1 ó ASFM 794 NTC 5055 Resolución 1166
Diámetro nominal	Por Ejemplo 110mm 4”
Rigidez	Por ejemplo 8 kN/m^2 (PS:57 psi) ó 4KN/m^2 (28 psi)
Código de Trazabilidad	Planta (1 digito) año (2 digitos) mes (2 digitos) día (2 digitos) turno (2 digitos) No.Máquina (2 digitos)
Lote RT:	Por ejemplo 001

NOVALOC
Marcación Externa

Marca y uso	PAVCO Novaloc Alcantarillado
País de origen y fabricante	PAVCO - MEXICHEM COLOMBIA S.A.S
Norma de fabricación	NTC 5070 Resolución 1166
Diámetro nominal	Por Ejemplo 24” (600 mm)
Rigidez	Por ejemplo PS 10 psi (1.33 KN/m^2)
Código de Trazabilidad	Planta (1 digito) año (2 digitos) mes (2 digitos) día (2 digitos) turno (2 digitos) Perfil (4 digitos)
Lote RT:	Por ejemplo 001

PAVCO

CALIDAD CERTIFICADA
ICONTEC

Tuberías y Curvas de PVC Conduit Liviana; Accesorios Conduit de PVC; Tubería Conduflex de PVC; Tubería y Curvas de PVC Ducto Eléctrico EB y DB; Tubería Corrugada de PVC; y Tubería Condured de PVC.

CALIDAD CERTIFICADA
ICONTEC

Resolución 1166
Tuberías de polietileno, PVC, PAVCO, Unión Mecánica y sus accesorios para agua potable. Tuberías sanitaria y Aguas Lluvias de PVC y sus Accesorios. Tuberías de PVC para alcantarillado y sus accesorios.

ICONTEC
CERTIFICADO DE GESTION DE LA CALIDAD

Certificado Nº SC 036-1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S
Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y Polietileno, de accesorios de PVC, CPVC y Polipropileno, de cementos solventes de PVC y CPVC, geosintéticos, pisos de vinilo y de adhesivos para pisos de vinilo.
NORMA NTC-ISO 9001:2000

ICONTEC
CERTIFICADO DE GESTION AMBIENTAL

Certificado Nº AA057-1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S
Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC y polietileno, soldadura líquida para PVC, geosintéticos, pisos de vinilo y adhesivo para pisos de vinilo.
Certificado Nº AA058-1
PAVCO DE OCCIDENTE LTDA.
Producción de tuberías de PVC y polietileno.
NORMA NTC-ISO 14001

ICONTEC
CERTIFICADO DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Certificado Nº OS 033-1
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S
Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y Polietileno, de accesorios de PVC, CPVC y Polipropileno, de cementos solventes de PVC y CPVC, geosintéticos, pisos de vinilo y de adhesivos para pisos de vinilo.
NORMA NTC OHSAS 18001:2000

ESTE MANUAL TECNICO HA SIDO REVISADO Y APROBADO
POR LA GERENCIA DE PRODUCTO DE PAVCO.

LABORATORIO HOMOLOGADO
Mediante resolución Nº 984 del 12 de Mayo de 1998 y las que la complementan,
La Superintendencia de Industria y Comercio acreditó los laboratorios
de la División de Tubosistemas de PAVCO S.A. como
LABORATORIOS DE ENSAYOS EN TUBERIAS Y ACCESORIOS DE PVC.

PRODUCTO NO BIODEGRADABLE.
NO INCINERE.
HAGA DISPOSICION ADECUADA DE DESPERDICIOS.

Edición
Marzo de 2011
reemplaza la de Mayo de 2009

PAVCO S.A.
Fábrica: Autopista Sur # 71-75 · Conmutador (57 1) 782 5000 ext. 4624 · Fax (57 1) 782 5010
Servicliente (57 1) 777 2286 · Todo el País 01 8000 912286
C.D. Medellín: Carrera 46 # 14-48 ·.Tel (57 4) 325 6660 · Fax (57 4) 325 6666
C.D. Cali: Carrera 1 # 35-64 · Tel. (57 2) 442 3444 · Fax (57 2) 442 5276
C.D. Barranquilla: Conmutador (57 5) 375 8100 · Fax (57 5) 375 5500 · Servicliente 312 332 0041 · A.A. 52407
C.D. Bucaramanga: Carrera 21 # 36-83 Torre 2 Ofc. 404 · Servicliente 312 432 3761
C.D. Eje Cafetero: Calle 12 # 19-114 Ofc. 103 · Tel. (57 6) 321 6343

servicio_tubosistemas@pavco.com.co www.pavco.com.co

Mexichem
SOLUCIONES INTEGRALES

MAN - NOVAFOR - NOVALOC 01/2011 - DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN MONTES S.A. - 2.000 - IMPRESIÓN MONTES S.A. EDITORES